

HISTOIRE
DE
L'ACADÉMIE
ROYALE
DES SCIENCES.

ANNÉE M. DCCLXXXVI.

Avec les Mémoires de Mathématique & de Physique,
pour la même Année,
Tirés des Registres de cette Académie.



A PARIS,
DE L'IMPRIMERIE ROYALE.

M. DCCLXXXVIII.

T A B L E

POUR L'HISTOIRE.

*SECOND Rapport des Commissaires chargés, par l'Académie,
des Projets relatifs à l'établissement des quatre Hôpitaux.*
Page 1

*Troisième Rapport des Commissaires chargés, par l'Académie,
de l'examen des projets relatifs à l'établissement des quatre
Hôpitaux..... 13*

Observations présentées à l'Académie en 1786..... 43.

Ouvrages présentés à l'Académie..... 45.

Éloge de M. Guettard..... 47.

Éloge de M. l'abbé de Gua..... 63.



T A B L E

POUR LES MÉMOIRES.

<i>DESCRIPTION d'un nouveau genre de Plante.</i> Par M. FOUGEROUX DE BONDAROU.....	Page 1.
<i>Mémoire sur la manière de distinguer les Maxima des Minima dans le Calcul des Variations.</i> Par M. LE GENDRE. 7,	
<i>Troisième Mémoire pour servir à l'Histoire anatomique des Tendons, ou suite de la seconde Partie & de la Description particulière des Capsules muqueuses des tendons..</i> Par M. DE FOURCROY	38
<i>Mémoire sur la formation & les propriétés du Gaz hépatique.</i> Par le même.....	50
<i>Quatrième. Mémoire sur l'Électricité; où l'on démontre deux principales propriétés du Fluide électrique, &c.</i> Par M. COULOMB.....	67,
<i>Mémoire sur la structure du Cristal de Roche.</i> Par M. l'abbé HAÛY.....	78
<i>Première Comète observée en 1786.</i> Par M. MESSIER. 95	
<i>Mémoire contenant les observations de la seconde Comète de 1786, &c.</i> Par le même.....	98
<i>Observation du passage de Mercure sur le disque du Soleil, &c.</i> Par le même.....	121
<i>Mémoire sur le Fer, considéré dans ses différens états métalliques.</i> Par M. ^{rs} VANDERMONDE, BERTHOLLET & MONGE. 132	
<i>Suite de la Théorie de Jupiter & de Saturne.</i> Par M. DE LA PLACE.....	201
<i>Sur l'Équation séculaire de la Lune.</i> Par le même..	235

T A B L E.

<i>Mémoire sur un nouveau genre d'Arbre. Ailanthus glandulosa.</i> <i>L'Ailanthé glanduleux. Par M. DESFONTAINES.</i>	Page 265
<i>Sur la Théorie de Mercure; cinquième Mémoire, &c. Par</i> <i>M. DE LA LANDE.....</i>	272
<i>Extrait des Observations astronomiques & physiques, faites à</i> <i>l'Observatoire royal, en l'année 1786, &c. Par M. le</i> <i>Comte DE CASSINI.....</i>	314
<i>Histoire physique de l'année 1786. Par le même...</i>	323
<i>Histoire céleste de l'année 1786. Par le même....</i>	332
<i>Supplément. Extrait des principales Observations, faites depuis</i> <i>1777 jusqu'en 1785. Par le même.....</i>	363
<i>Mémoire sur le mouvement du cinquième satellite de Saturne.</i> <i>Par M. DE LA LANDE.....</i>	372
<i>Sur l'équation des satellites de Jupiter, dont la période est de</i> <i>quatre cents trente-sept jours. Par le même.....</i>	386
<i>Sur les Équations séculaires du Soleil & de la Lune. Par</i> <i>le même.....</i>	390
<i>Sur la masse de Vénus, & sur la valeur des équations du</i> <i>Soleil, &c. Par le même.....</i>	398
<i>Sur l'équation de Mars, & son moyen mouvement. Par le</i> <i>même.....</i>	406
<i>Observations de Mars en quadrature, pour vérifier sa distance</i> <i>au Soleil. Par le même.....</i>	411
<i>Sur l'inclinaison & le nœud de l'orbite de Jupiter. Par le</i> <i>même.....</i>	415
<i>Observations des Planètes, &c. Par M. D'AGELET..</i>	418
<i>Sur les Étuves propres à la conservation des Grains. Par</i> <i>M. FOUGEROUX DE BONDAROV.....</i>	423
<i>Mémoire sur l'effet des Étincelles électriques, excitées dans</i> <i>l'Air fixe. Par M. MONGE.....</i>	430
<i>Observations sur le Traitement de la rage. Par M. PORTAL.</i>	440.

T A B L E.

<i>Mémoire sur le Voilier, &c.</i> Par M. BROUSSONET. Page 450	
<i>Observations sur le traitement des Minéraux de fer à la fonte.</i> Par M. DU HAMEL.....	456
<i>Examen d'un Sable vert cuivreux, du Pérou.</i> Par M. ^{rs} le Duc DE LA ROCHEFOUCAULD, BAUMÉ & DE FOURCROY.	465
<i>Notes sur l'Analyse du même Sable vert.</i> Par M. BERTHOLLET.	474
<i>Sur une Cristallisation de Plomb, &c.</i> Par M. DUHAMEL.	478
<i>Rapport concernant les Cidres de Normandie.</i> Par M. ^{rs} CADET, LAVOISIER, BAUMÉ, BERTHOLLET & D'ARCET.	479
<i>Mémoire sur la Température des Souterrains de l'Observatoire royal.</i> Par M. le Comte DE CASSINI.....	507
<i>Mémoire sur la décomposition du Sel ammoniac, &c.</i> Par M. CORNETTE.....	532
<i>Observation sur le Mercure doux.</i> Par le même....	540
<i>Observation sur un nouveau moyen de se procurer l'espèce de fluide élastique, &c.</i> Par M. DE FOURCROY....	546
<i>Quatrième Mémoire, pour servir à l'Histoire anatomique des Tendons, &c.</i> Par le même.....	550
<i>Nouvelles Observations sur la construction des Lunettes diplan- tiennes, ou à double image.</i> Par M. JEAURAT..	562
<i>Mémoire sur la non-application de la correction de l'Aberration des Planètes, &c.</i> Par le même.....	572
<i>Mémoire sur la manière de parvenir à la connoissance exacte de tous les objets cultivés en grand dans l'Europe, & parti- culièrement dans la France.</i> Par M. l'abbé TESSIER.	574
<i>Réflexions sur la décomposition de l'eau par les substances végétales & animales.</i> Par M. LAVOISIER.....	590
<i>Mémoire sur la nature de la substance saline acide que l'on retire de la cerise, de la groseille, &c.</i> Par M. ^{rs} DE LASSONE & CORNETTE.....	606

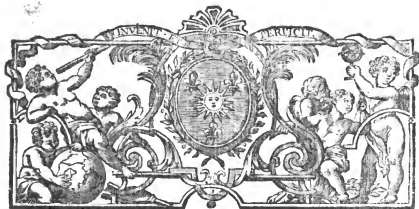
T A B L E.

<i>Observations des satellites de Jupiter, faites à Périnaldo.</i> Par JACQUES-PHILIPPE MARALDI.....	Page 613
<i>Mémoire sur les Intégrations par arcs d'ellipse.</i> Par M. LE GENDRE.....	616
<i>Second Mémoire sur les Intégrations par arcs d'ellipse, & sur la comparaison de ces Arcs.</i> Par le même....	644
<i>Observations sur la régénération de quelques parties du corps des Poissons.</i> Par M. BROUSSONET.....	684
<i>Moulin à moudre les pommes de terre, &c.</i> Par M. BAUMÉ.	689
<i>Recherches sur l'intégration d'une espèce si gulière d'Équations à différences finies.</i> Par M. CHARLES.....	695
<i>Suite des recherches sur une Équation singulière.</i> Par le même.	698.
<i>Suite de l'Essai pour connoître la Population du Royaume, &c.</i> Par M. ^{rs} DU SÉJOUR, le Marquis DE CONDORCET & DE LA PLACE.....	703
<i>Observations sur l'Acide carbonique fourni par la fermentation des raisins, &c.</i> Par M. CHAPTAL, de la Société royale de Montpellier.....	718.

Faute à corriger , pour les Mémoires de cette année
Page 385 , ligne 1, au lieu de 1786, lisez , 1787.



HISTOIRE



HISTOIRE

DE

L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES.

Année M. DCCLXXXVI.

DEUXIÈME RAPPORT

*Des Commissaires chargés, par l'Académie,
des Projets relatifs à l'établissement
des quatre Hôpitaux.*

L'ACADÉMIE ayant été chargée par le Roi, de l'examen du Projet d'un nouvel Hôtel-Dieu, les Commissaires qu'elle a nommés lui en ont rendu compte le 22 Novembre dernier. Ce Rapport a été publié par ordre du Roi; & Sa Majesté a adopté les vues qui y sont proposées, en se
Hist. 1786. A



déterminant à établir quatre nouveaux hôpitaux aux extrémités de Paris. M. le Baron de Breteuil, par sa lettre à l'Académie, du 29 Décembre, a désiré que les mêmes Commissaires, qui avoient été chargés de cet examen, s'occupassent des projets qui doivent en être la suite, & qu'ils en rendissent compte à l'Académie.

Les dispositions qui doivent résulter de ce rapport, ont plusieurs objets, 1.^o le choix des emplacements; 2.^o la distribution intérieure, relativement à la salubrité de l'hôpital, à la commodité des malades, & à la facilité du service; 3.^o l'examen des dépenses, & les moyens d'économie dans les constructions, tant par la simplicité des édifices que par la réduction des accessoires.

Les Commissaires de l'Académie se sont empressés avec zèle d'obéir aux ordres du Roi, de remplir ses vues bien-faisantes, & de répondre à l'activité du Ministre du département de Paris, qui est constamment occupé de cette grande entreprise. Ils rendront compte successivement à l'Académie des différens objets dont ils sont chargés; ils commencent aujourd'hui par le premier, le choix des emplacements.

L'Académie, en formant le vœu que l'Hôtel-Dieu actuel fût partagé en quatre hôpitaux, a proposé au Gouvernement d'en placer deux dans les maisons de Saint-Louis & de Sainte-Anne, l'un au nord, l'autre au midi de Paris; de prendre l'emplacement des Célestins pour y faire un troisième hôpital au levant, & de placer le quatrième au couchant, vers l'École-militaire, ou du moins dans la partie occidentale de Paris.

Nous avons visité les trois maisons ou emplacements déterminés & indiqués dans le rapport, & nous avons reconnu que la maison de Saint-Louis, une des dépendances de l'Hôtel-Dieu, est un très-bel hôpital, bien bâti, bien conservé, & d'une construction par-tout dirigée avec intelligence, à la salubrité & à la commodité des malades. Il y avoit de 6 à 700 malades le jour que nous y avons

été; & comme la maison n'a qu'environ 300 lits, il s'ensuit qu'il y avoit deux & trois malades dans le même lit. Mais à ce défaut près, qui tient au petit nombre des lits, il règne dans la maison beaucoup d'ordre & de propreté. Le rez-de-chaussée est bas & humide; on ne peut pas y mettre des malades, & il convient de le réserver pour des magasins. Le premier étage, où sont actuellement les malades, n'en peut guère contenir que 400 couchés seuls dans un lit. Mais il est facile d'augmenter la capacité de cet hôpital, soit au moyen des bâtimens accessoires & existans, où l'on pourra placer quelques malades, & de deux galeries neuves, qui seront construites pour en contenir chacune environ 400; soit au moyen d'une seule galerie & d'un étage élevé au-dessus du premier, dans le corps même du bâtiment. Ces galeries neuves auront l'avantage qu'elles serviront à recevoir les malades qui se trouveront à Saint-Louis, au moment où on travaillera au corps du bâtiment; & qu'on ne sera pas obligé de les faire refluer à l'Hôtel-Dieu, où ils y augmenteroient, pendant ce temps, la confusion & le mal-aise. Il n'y a dans la maison de Saint-Louis qu'une petite quantité d'eau, & on assure qu'elle n'est pas bonne à boire. Nous y avons reconnu un autre inconvénient, c'est qu'il n'y a point de conduite pour les immondices; elles coulent dans les marais, d'où elles infectent & l'hôpital même & toute la partie de Paris qui en est voisine. On dit que l'on y pratique actuellement une conduite, mais découverte, pour faciliter l'écoulement de ces immondices. Nous exposerons bientôt les moyens que nous imaginons pour remédier à ces inconvéniens.

L'hôpital Sainte-Anne, ou de la Santé, situé près de l'Observatoire, est sur un terrain élevé & en bon air. Il y a quelques bâtimens assez bons, mais qui ressemblent moins à un hôpital qu'à une grange, dont ils sont réellement le service. Ils sont trop peu étendus pour mériter d'être conservés; ils gêneroient infiniment dans l'ordonnance d'un

nouveau plan, & il n'en résulteroit qu'une foible économie. Mais ce terrain est vaste; il contient environ 15 arpens, & il y en a plus de 60 au-dehors, où on pourroit s'étendre s'il étoit nécessaire. L'eau de Sainte-Anne est fournie par Arcueil; & comme cet hôpital n'a été que rarement ouvert jusqu'ici, comme les bâtimens ne renferment pas un local où on puisse admettre beaucoup de malades, il n'y a peut-être pas actuellement une quantité d'eau suffisante pour 1200 malades; mais il sera facile de l'augmenter, & il résulte de l'examen que nous avons fait, que les deux maisons de Saint-Louis & de Sainte-Anne, qui toutes deux sont des dépendances de l'Hôtel-Dieu, offrent, l'une un hôpital tout construit & susceptible d'être agrandi pour recevoir plus de malades, l'autre un terrain vaste & propre à y établir un hôpital considérable.

Quant aux Célestins, où nous proposons de placer le troisième hôpital, nous avons trouvé, lorsque nous en avons fait la visite, que la moitié des bâtimens sont vieux & ne peuvent pas être conservés. L'autre moitié peut servir, mais elle aura d'abord l'inconvénient de nuire à l'ordonnance générale des bâtimens de l'hôpital, & d'empêcher la disposition la plus propre à la salubrité. Il seroit en outre difficile de disposer à son gré les bâtimens sur ce local dont la figure est irrégulière, & échancrée par plusieurs parties de terrain, qui y ont été prises pour différentes destinations. Ce local est d'ailleurs trop borné; il ne contient guère que neuf à dix arpens, & c'est bien peu pour un hôpital de 1200 malades: il y a impossibilité de s'étendre à cause du voisinage de l'Arsenal. Mais le plus grand inconvénient, c'est que le sol d'une partie de ce terrain est inondé dans les débordemens de la Seine. En 1740, les eaux sont montées de quatre pieds dans le cloître du couvent. Il faudroit donc renoncer au rez-de-chaussée des bâtimens conservés; il faudroit remuer beaucoup de terre & élever une partie du sol pour mettre le tout à l'abri de l'inondation. Ce n'est pas tout encore: la maison & l'emplacement

des Célestins ont déjà des destinations d'utilité publique, annoncées par des arrêts du Conseil, revêtus de lettres patentes; & en supposant que le Roi se déterminât à revenir sur ces premières destinations, il faudroit dédommager les parties intéressées. Tous ces travaux, toutes ces précautions, ces dédommagemens, exigeroient des dépenses dont le résultat seroit d'élever un hôpital dans un local petit, ferré, humide, & par conséquent mal-sain. Nous avons donc été forcés de renoncer aux Célestins; & en connoissant mieux le local, nous ne pouvons plus l'indiquer au Gouvernement.

On a proposé à M. le Baron de Breteuil différens terrains, soit dans la partie haute de la Seine & à l'orient de Paris, soit dans la partie basse & à l'occident. Mais ces terrains qui doivent être d'une grande étendue, sont aussi d'un prix considérable. Ce Ministre sait que l'intention du Roi est que l'on n'épargne rien sur ce qui sera nécessaire à la guérison & même à la commodité des malades; mais que l'on emploie d'ailleurs dans ces grands & utiles établissemens tous les moyens possibles d'économie pour ménager les fonds qu'a fournis & que fournira la charité publique, & les fonds du Trésor royal que Sa Majesté y destine. On a cru en conséquence pouvoir choisir pour cet usage d'utilité générale, les terrains des maisons religieuses susceptibles d'être converties en hôpitaux; & on a proposé pour la partie orientale de Paris, la maison des religieuses hospitalières de la Roquette, faubourg Saint-Antoine, & pour la partie occidentale, l'abbaye royale de Sainte-Périne de Chaillot, faubourg de la Conférence. Consultés sur ce choix, chargés de le communiquer à l'Académie, nous allons lui rendre compte des raisons qui le motivent, & qui peuvent la déterminer à l'approuver.

Le terrain des religieuses hospitalières de la Roquette est dans une partie suffisamment élevée du faubourg Saint-Antoine; il contient cinquante arpens, & il y a par conséquent beaucoup plus d'espace qu'il n'en faut pour les

bâtimens d'un hôpital de douze cents malades. On peut objecter que cette maison est peu éloignée de celle de Saint-Louis ; & que voulant construire quatre hôpitaux pour les besoins de la Capitale & pour suppléer à l'Hôtel-Dieu établi au centre , il faudroit les placer aux extrémités & dans des points également distans. C'est en effet une des conditions que l'on doit se proposer de remplir dans le choix de ces emplacements ; mais on n'est pas absolument maître de les prendre où l'on veut. La cherté des terrains , la nécessité de l'économie qui fait préférer un sol qui ne coûte rien à celui qu'il faudroit payer , doivent faire disparaître le foible inconvénient de la proximité de ces deux hôpitaux. D'abord cette proximité n'est pas si grande , puisque leur distance est d'environ mille toises , ou d'une petite demi-lieue. Ensuite cette proximité favorise les besoins des quartiers où elle aura lieu ; ces quartiers sont ceux de Paris où il y a le plus de pauvres. Saint-Louis répondra aux faubourgs Montmartre, Saint-Denys, Saint-Martin , au faubourg du Temple ; la maison de la Roquette servira aux paroisses Saint-Paul & Sainte-Marguerite. La proximité de ces hôpitaux sera donc plutôt un avantage qu'un inconvénient. Cette maison de la Roquette est déjà un hôpital ; les religieuses qui le desservent sont déjà vouées au service des malades ; & le Gouvernement étant dans l'intention de choisir des maisons religieuses & de pieuses fondations pour les consacrer au pieux établissement des nouveaux hôpitaux , il n'a pu faire un meilleur choix dans ces quartiers , que celui de la maison des religieuses hospitalières de la Roquette.

Dans la partie occidentale de Paris, nous avons d'abord eu en vue les environs de l'École-militaire pour y placer le quatrième hôpital ; mais nous avons considéré que le faubourg Saint-Germain & le Gros-caillou ne sont pas les quartiers qui contiennent le plus de pauvres. Ces quartiers ont d'ailleurs l'hospice de Saint-Sulpice , qui a 128 lits , la Charité qui en a 208 , & ils auront plus loin l'hôpital

Sainte-Anne, qui en contiendra 1200. Nous avons reconnu que la distance de Saint-Louis à l'hôpital placé près de l'École-militaire seroit très-grande, & que les quartiers des Porcherons, de la Ville-l'évêque & du Roule, auroient un chemin considérable à faire pour y porter leurs malades, avec l'inconvénient de leur faire traverser à tous la rivière. Nous avons donc cru devoir nous déterminer à proposer de placer cet hôpital de l'autre côté de l'eau ; & ne pouvant pas non plus ni trop l'éloigner du Gros-caillou, à qui cet hôpital doit être utile, ni le porter dans des quartiers où le terrain fort employé, seroit trop cher, on n'a pu choisir que Chaillot ou le faubourg de la Conférence, qui se rapproche des quartiers du nord, sans trop s'écarter de ceux du midi. Encore le terrain est-il assez cher dans ce canton, pour ne pas pouvoir penser à celui qui seroit bâti, & dont l'acquisition seroit trop dispendieuse. L'économie demandoit qu'on y trouvât quelque maison religieuse qui possédât un grand emplacement ; le Gouvernement a jeté les yeux sur celui de l'abbaye royale de Sainte-Périne : elle est située dans la partie haute du faubourg, à peu de distance de l'avenue du Cours qui conduit à Neuilly, & à l'entrée de Chaillot. L'air y est pur & sain ; le plan-terrier de la seigneurie nous a fait voir que le terrain de cette Abbaye contient onze arpens trente-quatre perches, ce qui, à la rigueur, peut suffire pour l'hôpital qu'on se propose d'y construire. Mais il y a du côté du Cours un terrain non bâti, qui contient environ quatre arpens, & qui, s'il n'est pas trop cher, peut être ajouté à celui de Sainte-Périne.

Il y a dans ce choix de l'abbaye de Sainte-Périne, l'inconvénient que les malades du Gros-Caillou, seront obligés de passer l'eau pour y arriver ; mais il est préférable à celui de faire traverser la rivière à tous les malades de la partie du nord, infiniment plus peuplée de pauvres. Puisque les uns ou les autres doivent passer l'eau, il vaut mieux que l'hôpital soit établi où il y aura le plus de malades, & que le petit nombre soit assujetti à l'inconvénient du

passage. On peut objecter encore que plusieurs des chemins qui conduiront à cet hôpital de Sainte-Périne, tels que la chaussée de Versailles, les allées du Cours, seront découverts, & que les malades y souffriront quelquefois des intempéries de la saison. Mais les malades qui viendroient par ces routes ne seroient que ceux des quartiers du Louvre, du Palais-royal & de la place Vendôme. Ce sera certainement le très-petit nombre. La majeure partie viendra des Porcherons, de la Ville-l'évêque & du Roule, & ils arriveront en suivant la rue du faubourg du Roule & la rue neuve de Berry, jusqu'à Chaillot. Une des conditions essentielles dans l'emplacement d'un hôpital, c'est d'être en bon air, & par conséquent sur un lieu un peu élevé; c'est d'être placé à une distance convenable. On ne peut obtenir un ou plusieurs avantages que par le sacrifice de quelqu'autre. Mais il est aisé de prendre des précautions pour préserver du froid, qui est l'intempérie la plus à craindre, le petit nombre de malades qui viendront par cette voie découverte. L'humanité veut que l'on ait des brancards couverts pour transporter les malades, même dans les chemins abrités.

Mais une objection qui paroît assez forte contre le choix de ces emplacements de Saint-Louis, de la Roquette, de Sainte-Anne & de Sainte-Périne, c'est qu'aucun de ces quatre hôpitaux ne sera placé près de la rivière, & ne jouira de l'avantage d'y trouver l'abondance d'eau dont un hôpital a besoin. Il ne s'agit pas seulement de l'eau qui sert de boisson, mais de celle qui doit être employée à tous les usages domestiques & à l'entretien de la propreté, toujours essentielle, puisqu'elle est un des moyens de guérison. En proposant de distribuer ainsi les hôpitaux, nous n'avons point négligé cette considération importante. Nous observerons d'abord que si la proximité de la rivière a un grand avantage, celui de procurer avec abondance & facilité l'eau, qui est indispensablement nécessaire, cette proximité a aussi ses inconvéniens. Le voisinage de l'eau est une source constante d'humidité; on y est exposé aux brouillards: c'est une

une des raisons qui nous ont portés à rejeter l'emplacement de l'île des Cygnes. On a certainement à gagner pour la salubrité, en plaçant l'hôpital sur un lieu élevé, éloigné des brouillards & de toute humidité. Les quatre hôpitaux choisis jouiront pleinement de cet avantage; les terrains qui y sont destinés sont parfaitement secs, & l'air y est pur & bon. Il ne s'agit que de leur procurer de l'eau abondamment à cette distance de la rivière, & de les débarrasser facilement de leurs immondices. Voici les ressources que l'on peut avoir à cet égard, & les moyens que nous imaginons que l'on peut employer.

La maison de Saint-Louis tire ses eaux des hauteurs de Belleville & de Ménilmontant; les eaux qu'on a, ou qu'on pourra avoir dans la maison de la Roquette, descendent des mêmes hauteurs, & on assure que toutes ces eaux ne sont pas bonnes à boire. C'est une voie embarrassante & une dépense toujours renouvelée, que celle d'en faire venir à cette distance de la Seine par des voitures: il est bon que l'eau y soit toujours sous la main, qu'elle y soit en grande masse; c'est une réserve qui a plus d'une utilité. Sans avoir mesuré la quantité d'eau qui arrive actuellement à Saint-Louis, sans avoir pu encore examiner les ressources que le local des environs de la Roquette peut fournir, nous savons que les sources de Belleville donnoient au grand réservoir de la Ville placé près le Pont-aux-choux, & aujourd'hui détruit, quatre à cinq pouces d'eau en été & dix à douze en hiver. Ces eaux servent encore au nettoiemnt du grand égout; mais on peut les faire passer à Saint-Louis; on peut, si l'on veut, en emprunter une partie pour la Roquette, elles retomberont toujours dans cet égout. Nous croyons pouvoir avancer qu'il sera facile de procurer à chacun de ces deux hôpitaux trois pouces de ces eaux; & quant à l'eau destinée à la boisson & à tous les usages où l'eau de bonne qualité est nécessaire, on la pourra tirer, soit des bassins de la pompe à feu, soit de tout autre moyen qu'il seroit employé pour amener de l'eau à Paris. Les conduites

des eaux de la pompe à feu sont déjà arrivées jusqu'à la Roquette, & on nous assure que l'élévation du sol de Saint-Louis, permet également qu'elles puissent y arriver. Le superflu de ces eaux augmenté par les eaux pluviales, sera recueilli dans un réservoir, & y formera une masse d'eau; réserve utile en cas d'incendie, & habituellement nécessaire pour nettoyer le conduit des immondices. Les mêmes bassins de la pompe à feu fourniront de l'eau à Sainte-Périne, qui en est peu éloignée: il y a une conduite de ces eaux qui passe devant la porte du couvent; mais sans doute qu'il sera plus simple de les tirer des bassins mêmes par les derrières de Chaillot & par une conduite directe.

Quant à la décharge des immondices & à la vidange journalière des fosses, nous croyons qu'on y pourra pourvoir à l'égard des maisons de la Roquette, de Saint-Louis & de Sainte-Périne, au moyen du grand égout-turgot qui fait le tour de la moitié de Paris, depuis le Pont-aux-choux jusqu'à Chaillot. Ces trois hôpitaux n'en sont pas assez éloignés pour qu'on ne puisse pas conduire de chacune de ces maisons, des égouts particuliers à ce grand égout. Cet égout particulier est déjà construit en partie à Chaillot; on en a fait un il y a quelques années de ce côté, qui, au moyen d'une communication servira à l'hôpital de Sainte-Périne. Les immondices seront portées par ces égouts, & chassées par l'eau qu'on y fera tomber en masse des réservoirs construits dans chacun de ces trois hôpitaux. Ces amas d'eau étant lâchés, s'il se peut, à la fois & à la même heure, dans ces trois maisons, procureront une quantité d'eau considérable, qui circulera autour de Paris, & lavera l'égout jusqu'à Chaillot où il se jette dans la rivière. Cet égout en sera donc mieux tenu, plus propre, & il aura moins d'odeur dans les endroits où il est encore découvert.

L'hôpital Sainte-Anne tirera de l'eau pour sa consommation, soit des sources d'Arcueil, soit encore de celle des moulins près Fontenai-aux-Roses, dont le Gouver-

nement s'occupe de faire amener les eaux à Paris, & dont il pourra donner trois à quatre pouces pour cet hôpital; & un égout conduit à la rivière de Bièvre, au-dessous des manufactures des Gobelins, procurera la décharge des immondices de cette maison.

Nous avons l'honneur d'observer à l'Académie, que tous les moyens dont nous avons donné ici l'idée, ne sont pas des moyens entièrement décidés & arrêtés, qui ne puissent pas être remplacés par de meilleurs, ou modifiés pour de légers inconvéniens. Ces moyens proposés sont le résultat d'un examen provisoire, qui a été nécessaire pour déterminer le choix des emplacements, & démontrer la convenance du local. Sans doute une inspection plus approfondie de ce local, une inspection détaillée, qui ne peut avoir lieu que dans l'exécution même des projets, offrira, & des ressources, & des difficultés qui feront varier ces moyens. Mais quels que puissent être ces changemens, nous croyons que les quatre emplacements, de Saint-Louis, de Sainte-Anne, des hospitalières de la Roquette, & de l'abbaye de Sainte-Périne de Chaillot, sont bien situés, dans une position suffisamment élevée & en bon air; nous croyons qu'il sera facile de les approvisionner d'eau, de les débarrasser de leurs immondices; nous pensons que les quatre hôpitaux y seront parfaitement bien placés, & que l'Académie peut approuver le choix de ces emplacements.

Nous nous sommes occupés, & nous nous occupons encore du soin d'acquérir des lumières sur la distribution intérieure & sur la construction de ces hôpitaux. Nous avons dessein d'examiner & de comparer les dispositions & les constructions des hôpitaux étrangers. On n'a point entrepris le voyage d'Italie & d'Allemagne, parce que ce voyage seroit long, & qu'on est pressé par l'impatience de soulager les pauvres; parce que d'ailleurs nous nous sommes procurés les plans & les descriptions de plusieurs de ces hôpitaux : mais M. Tenon & M. Coulomb, sont

112 HISTOIRE DE L'ACADÉMIE ROYALE

partis pour aller en Angleterre & en Hollande, y visiter les hôpitaux, en remarquer les avantages & les inconvéniens, afin de se procurer ces avantages, & d'éviter les inconvéniens. Et tandis que les autres Commissaires continueront à s'occuper à Paris des plans de distribution intérieure des bâtimens, si les emplacements ici désignés sont adoptés par le Gouvernement, on commencera à préparer les terrains pour les disposer à recevoir les constructions nouvelles.

FAIT à l'Académie le vingt juin mil sept cent quatre-vingt-sept. *Signé* LASSONE, DAUBENTON, TILLET, BAILLY, LAVOISIER, LA PLACE, D'ARCET.

M.^{rs} TENON & COULOMB absens.



TROISIÈME RAPPORT

Des Commissaires chargés, par l'Académie, de l'examen des projets relatifs à l'établissement des quatre Hôpitaux.

Nous avons rendu compte à l'Académie, le 20 Juin dernier, des emplacements qui étoient proposés pour les quatre hôpitaux; ces emplacements étoient ceux des maisons de Saint-Louis & de Sainte-Anne, qui font des dépendances de l'Hôtel-Dieu, & ceux des maisons des religieuses de Sainte-Périne de Chaillot & des hospitalières de la Roquette. L'Académie a approuvé les raisons qui nous portèrent à adopter ces quatre emplacements; & le Roi, sur l'avis de l'Académie, a rendu, le 22 du même mois, un arrêt du Conseil, & le 10 Août suivant un second arrêt, interprétatif du premier, portant attribution des terrains de Saint-Louis & de Sainte-Anne à deux des quatre hôpitaux; érection en titre d'hôpital de la maison & du terrain des sœurs hospitalières de la Roquette; & application à un quatrième hôpital de la maison & du terrain de l'abbaye de Sainte-Périne. En conséquence de cette volonté du Roi, on s'est occupé des formes requises pour l'union, la translation ou la suppression de ces deux maisons religieuses. On alloit commencer les procédures nécessaires, lorsque le Roi a jugé à propos de supprimer l'École-militaire, établie près de Paris, & d'en donner les terrains & les bâtimens à la ville, pour y placer un des quatre hôpitaux. Cet hôpital de l'École-militaire remplacera celui de Sainte-Périne.

Tel est donc aujourd'hui l'état des choses; les emplacements destinés aux quatre hôpitaux sont ceux de Saint-

14 HISTOIRE DE L'ACADÉMIE ROYALE

Louis, de Sainte-Anne, de la Roquette & de l'École-militaire. Il n'y a point de difficulté pour commencer incessamment les travaux à Saint-Louis, où on est parfaitement libre ; à l'École-militaire qui sera évacuée au 1.^{er} Avril. L'établissement de Sainte-Anne demande un examen particulier pour connoître si ce terrain est fouillé en carrières, & afin de juger quels seront les travaux nécessaires pour en assurer le sol. L'érection de la maison de la Roquette en titre d'hôpital, & son attribution à l'un des quatre hôpitaux exige, suivant les loix & suivant les formes canoniques, une information & une procédure. Il en résultera un retard de quelques mois. M. l'Archevêque a nommé un Commissaire ecclésiastique chargé de cette information, & la procédure a été entamée à la requête de M. le Promoteur de l'Archevêché de Paris. C'est donc l'issue de cette procédure qui règlera le temps où le Gouvernement pourra faire commencer, sur le terrain de la Roquette, la construction du quatrième hôpital.

Nous avons été autorisés à instruire l'Académie de ces détails, pour lui annoncer les intentions du Gouvernement à cet égard. La bonté du Roi a adopté le projet de transférer l'Hôtel-Dieu dans un lieu plus salubre ; elle a agréé la proposition que l'Académie a faite de diviser cette maison en quatre hôpitaux ; & la même bonté s'est manifestée par les ordres que Sa Majesté a donnés pour que l'exécution de ce projet fût suivie avec activité.

Nous avons dit dans notre dernier Rapport, qu'après le choix des emplacements, nous devions nous occuper des plans de la distribution intérieure des hôpitaux dont nous n'avions proposé que la disposition générale en lignes parallèles ; disposition adoptée par l'Académie. C'est à cette distribution que nous avons donné tous nos soins ; mais nous avons dû attendre pour nous en occuper, le retour de deux de nos confrères, M. Tenon & M. Collomb, qui étoient allés visiter les hôpitaux étrangers les plus voisins de nous, c'est-à-dire ceux de l'Angleterre & de la

Hollande, pour en joindre l'examen à celui que nous avons fait d'un nombre d'hôpitaux des autres nations de l'Europe, par le moyen des descriptions & des plans que nous nous sommes procurés. Des raisons particulières ont empêché les deux Commissaires d'aller en Hollande, & leur examen s'est borné aux hôpitaux d'Angleterre. Revenus trop tard & dans un temps trop proche de la mauvaise saison, les travaux n'ont pu être commencés l'année dernière : nous nous sommes occupés cet hiver à tout préparer pour le printemps. C'est sur cette comparaison de tous les hôpitaux que doit porter le choix des formes & des distributions intérieures. Le compte que nous allons rendre à l'Académie sera partagé en deux parties. Nous lui exposerons dans la première quelques-unes des observations que nos confrères ont faites sur les hôpitaux d'Angleterre ; nous lui proposerons dans la seconde la forme & les distributions que nous croyons qu'il convient de donner aux quatre hôpitaux destinés à la ville de Paris.

P R E M I È R E P A R T I E .

IL y a trois espèces d'hôpitaux en Angleterre : les hôpitaux qui sont fondés & qui ont des revenus fixes ; les hôpitaux des paroisses, entretenus par des taxes imposées sur les habitans ; enfin les hôpitaux qui subsistent par des contributions volontaires, & qui reçoivent un nombre de malades proportionné à l'étendue de ces contributions, constamment soutenues & tous les ans renouvelées. Les bâtimens de ces hôpitaux sont en général comme les nôtres : les uns ont été construits pour en faire l'asyle des pauvres malades, & disposés dans cette vue suivant l'intelligence & le génie de l'architecte qui les a bâtis ; les autres formés de maisons destinées d'abord à des habitations & adaptées ensuite, autant qu'il a été possible, à l'usage des malades ; c'est de cette dernière espèce que sont à Londres la plupart des hospices des paroisses. Ces hôpitaux ont, comme ceux

des nôtres qui sont dans le même cas, le défaut de n'avoir pas été construits pour leur objet actuel. Mais, avant que nos confrères allaient en Angleterre, nous avons pris un parti sur la disposition générale d'un hôpital. Nous avons proposé dans notre premier Rapport à l'Académie, que les bâtimens fussent construits & rangés en lignes parallèles; nous avons même arrêté entre nous, que ces parallèles seroient divisées en parties isolées, & formant des pavillons séparés. La disposition suivie dans le plan d'hôpital adapté à ce Rapport, avoit déjà été indiquée & agréée par les Commissaires assemblés. Nous allions chercher en pays étrangers, ou des idées nouvelles ou des autorités pour appuyer celles que nous avions le dessein de proposer; nous demandions sur-tout des faits. Nous avons eu à cet égard toute la satisfaction que nous pouvions désirer. Quoique la raison seule & sans aucune expérience pût suffire pour assurer que des bâtimens parallèles, des pavillons isolés seroient une habitation saine & salubre, il étoit cependant très-satisfaisant de trouver cette expérience déjà faite & faite en grand. Les hôpitaux de Portsmouth & de Plimouth destinés aux matelots & aux troupes de mer, & pouvant contenir l'un 2000, l'autre 12 ou 1400 malades, ont cette disposition en lignes parallèles, & en pavillons isolés; avec cette différence que l'hôpital de Portsmouth offre des parallèles qui ne sont séparées que par des rues de 18 pieds de large, & où l'air n'a pas une circulation assez libre; au lieu que celui de Plimouth, composé de pavillons isolés, & rangés autour d'une cour très-vaste, a une disposition presque semblable à celle que nous avons déjà préférée. L'hôpital de Plimouth est reconnu pour très-salubre. Cet hôpital est donc un témoin subsistant, & depuis vingt-quatre ans, de la salubrité qu'auront les nouveaux hôpitaux dont nous proposons les dispositions.

Ce n'est pas la seule expérience que nos confrères aient eu l'occasion de recueillir; ils ont retrouvé dans tous les

les hôpitaux d'Angleterre , un usage que nous désirions d'établir dans les nouveaux hôpitaux , celui de ne mettre qu'un petit nombre de malades, c'est-à-dire, de douze à trente dans la même salle. Cet usage si opposé à celui de l'Hôtel-Dieu de Paris, qui les y accumule jusqu'au nombre de trois ou quatre cents, nous annonce que les résultats pour la salubrité & la guérison doivent être également opposés. Nos Commissaires ont trouvé dans plusieurs hôpitaux le soin de baigner les malades , pour les laver lorsqu'ils entrent à l'hôpital. M. Tenon, l'un de nous, avoit déjà, en 1781, montré l'utilité de ce soin, & il avoit conseillé de l'employer (a); nous pensons comme lui, & nous croyons seulement que dans bien des cas il suffira d'éponger les malades pour leur nettoyer la peau & faciliter cette transpiration, qui est le premier des remèdes. On les guérit déjà en partie, en rétablissant la propreté, une des sources de la santé des riches, & dont la privation est inséparable de la pauvreté. L'usage des ventouses pour renouveler l'air des salles, est aussi presque général en Angleterre; nous en avons dans plusieurs hôpitaux, & particulièrement dans l'hôpital Saint-Louis : ces ventouses sont plus nécessaires en Angleterre, parce que les salles y sont peu élevées; mais ce défaut est compensé par le petit nombre des malades qui y sont renfermés. Nous ne mettrons, autant qu'il sera possible, qu'un petit nombre de malades dans nos salles, & nous projetons de leur donner environ quinze pieds d'élévation; elles seront parfaitement aérées, & par conséquent nous pourrions nous passer d'y pratiquer des ventouses. Mais nous avons pensé que la chambre la plus aérée ne peut l'être qu'autant qu'on en ouvre les fenêtres; & lorsque le froid se fait sentir, nous savons bien qu'elles restent presque toujours fermées, quoiqu'on ordonne de les ouvrir à certaines heures. Il faut donc procurer un renouvellement d'air qui n'incommode ni les malades, ni

(a) Mém. de l'Académie des Sciences, année 1780, pages 429 & 430.
Hist. 1786. C

ceux qui les servent & qui se fasse de lui-même. Nous observerons que les ventouses d'Angleterre sont simples, & seulement au plancher supérieur: celles que nous avons dessein de faire seront doubles; les unes au plancher inférieur, & les autres au plafond pour leur correspondre. Si l'on veut que la circulation soit complete, il ne suffit pas de ménager à l'air intérieur une issue pour sortir, il faut encore ouvrir à l'air du dehors un passage pour entrer & pour chasser l'air du dedans. On pourroit même perfectionner ce moyen de renouvellement & en obtenir un avantage de plus; ce seroit de faire passer le tuyau qui apporte l'air du dehors à travers un poêle, & pendant l'hiver, l'air renouvelé seroit à la fois pur & chaud.

Une des expériences dont nous avons été le plus satisfaits de trouver les résultats en grand, est celle de l'usage de donner les fournitures de viande, de pain, de médicaments & le blanchissage du linge à des entrepreneurs. Cet usage est presque général en Angleterre, & particulièrement dans les hôpitaux de Saint-Luc, de Saint-Thomas, de Greenwich, de Guy, de Saint-Barthélemy, de Plimouth, &c. non que toutes ces choses soient toutes & par-tout réglées de la même manière: ici c'est une chose, là ç'en est une autre; ailleurs, tout est en effet à l'entreprise. L'hôpital de Gloucester fait le pain par économie, & a un fournisseur pour la viande. L'hôpital Saint-Barthélemy achète le pain & la viande à la livre, & il a une buanderie pour son usage. L'hôpital de Guy n'a ni boucherie, ni boulangerie, ni buanderie. Ce sont les circonstances locales qui sans doute déterminent ces différences. Nous avons proposé dans notre premier Rapport, de supprimer ces différens accessoires des hôpitaux par la raison de l'économie des constructions & aussi par l'économie des abus. Encouragés par l'expérience des Anglois, nous croyons qu'il est bon de faire ce qu'ils ont fait. Plusieurs hôpitaux de Paris, tels que la Charité, achètent la viande à la livre; déjà & pour essai, une des principales maisons de l'Hôpital général

fait blanchir le linge dehors : on peut donc réunir dans nos nouveaux établissemens ce qui est séparé dans ces différens hôpitaux ; on verra si on s'en trouve bien , & l'expérience décidera si on doit continuer. Les Anglois ont un usage particulier à quelques hôpitaux, tels que ceux de Bethléem & de Saint-Thomas ; ce sont deux bouchers qui fournissent alternativement , chacun leur semaine ou chacun leurs six mois. L'alternative des semaines nous semble préférable , parce que les temps étant les mêmes , il ne doit pas y avoir de différence dans les fournitures : avec une inspection attentive & une constante sévérité , l'émulation qui doit naître de cet usage , est toute entière au profit de l'hôpital & des pauvres ; nous proposons donc de l'imiter. Dans les hôpitaux royaux d'Angleterre , de Greenwich , de Plimouth , de Portsmouth comme dans quelques autres , on tire les médicamens composés de la maison commune au corps des apothicaires de Londres. Cette maison fournit également les flottes royales , les vaisseaux des Indes & les armées : cette disposition est donc favorable à l'économie ; il est certain qu'elle prévient les abus & le gaspillage. On peut facilement régler les prix de détail à un taux raisonnable ; & il est seulement important qu'une inspection attentive & intacte surveille l'exécution des marchés & la bonne qualité des médicamens fournis. Nous conseillons de suivre cette disposition , de mettre les médicamens à l'entreprise , & de les prendre ou au Collège de pharmacie de Paris , ou chez un apothicaire particulier & chargé de fournir chaque hôpital.

Il est encore d'autres usages qui dérivent des connoissances déjà acquises , mais que l'adoption des Anglois peut nous engager à adopter. On a cité des guérisons par l'électricité , qui ont été contestées ; l'expérience n'a pas encore pleinement prononcé sur l'efficacité & les limites de l'usage de cet agent nouveau & encore peu employé dans la médecine. Cependant on ne peut nier qu'il n'y ait eu des guérisons commencées , & des malades , sinon guéris , du moins

soulagés. M. Mauduit, docteur en médecine, a fait sur cet objet, par ordre de la Société royale de médecine, une suite d'expériences intéressantes qui paroissent avoir eu du succès dans plusieurs circonstances. Les Anglois ont des salles pour électriser dans les hôpitaux de Saint-Thomas, de Birmingham, de Gloucester, d'Excester, &c. L'exemple de nos voisins doit nous engager à ajouter aux hôpitaux projetés ce nouveau moyen de guérir ou de soulager. Les maux y seront accumulés; les expériences peuvent être nombreuses, & le temps nous apprendra ce qu'on doit en penser & ce qu'on peut en attendre. Les bains de vapeurs sèches, humides, émollientes, que les riches se procurent chez les baigneurs-étuvistes, & que les Anglois ont dans leurs hôpitaux, ne doivent-ils pas également se trouver dans des asyles que le Roi fait élever pour les pauvres, & où son humanité veut que l'indigence obtienne les mêmes secours que paye la richesse? Il faut aussi perfectionner le lit où le malade repose. En Angleterre, les couchettes de presque tous les hôpitaux sont en fer, & les tringles sont percées de trous espacés; on y attache avec des cordes un fond de coutil, qui est comme suspendu & un peu mobile, à la manière des hamacs. Ce fond qui, à la mobilité près, ressemble tout-à-fait aux fonds sanglés des lits de nos maisons particulières, est bien préférable aux paillasses; il n'en a point la dureté, la suspension & la légère mobilité font que le malade y est couché plus mollement. D'ailleurs ces fonds de coutil sont plus aisés à renouveler & à nettoyer que de lourdes paillasses remplies de paille infectée. C'est un des grands inconvéniens que nous ayons remarqués à l'Hôtel-Dieu. Quoiqu'on puisse le diminuer avec du soin & de la propreté, cependant nous croyons que le coutil lacé est infiniment préférable, & nous conseillons d'en adopter exclusivement l'usage dans les hôpitaux. Nous remarquerons, à l'occasion des couchettes de fer, que, suivant l'expérience, les punaises parviennent encore à s'y loger. Mais nous persistons dans ce que nous avons dit à cet égard

dans notre premier Rapport, tant pour diminuer la quantité des meubles combullibles, que parce que si les punaises se logent dans les jointures des pièces de fer, il est facile de s'en délivrer en faisant de temps en temps passer au feu ces couchettes.

Un établissement Anglois qu'il seroit peut-être bon d'imiter chez nous, est le *general dispensary*. On appelle ainsi une maison entretenue par des souscriptions volontaires. Il y a un médecin, un chirurgien, un accoucheur, un apothicaire : on y donne des consultations, on y pansé les pauvres, on va accoucher les femmes chez elles; on donne à tous gratuitement les médicamens dont ils ont besoin. Il y a en effet une espèce de pauvres qui, sans être dans le dénuement absolu qui conduit à l'hôpital, manquent cependant, dans certaines maladies, & des avis éclairés & des secours qui leur seroient nécessaires. De temps immémorial, la Faculté de médecine donne des consultations gratuites; au Collège de chirurgie, on pansé à des heures marquées les pauvres qui se présentent. Les chirurgiens de nos grands hôpitaux donnent des consultations & pansent gratuitement les malades; mais il seroit aussi de l'humanité d'y joindre une distribution de remèdes aux malades munis de certificats de pauvreté. Nous en avons un exemple à citer; à l'hôpital de Lyon, il y a une distribution gratuite de remèdes aux pauvres externes. Nous avons pensé à proposer d'attacher un établissement de cette espèce à chacun des quatre hôpitaux; mais ces hôpitaux seront tous éloignés du centre de la capitale. Il faut que ces secours soient sous la main du pauvre pour lui être réellement utiles. Nous croyons qu'il seroit plus avantageux & plus économique de réunir ces établissemens à la charité des paroisses. On fait tout le bien qui est dû dans ce genre au zèle & à l'humanité de M.^{rs} les Curés; nous ne pouvons que recommander à leur piété ces utiles établissemens déjà commencés dans les paroisses. Il ne s'agiroit que d'avoir un lieu, & des jours & des heures marqués pour les consultations. On

trouveroit facilement des médecins, des chirurgiens, des accoucheurs, qui, commençant leur carrière & desirant de se faire un nom, brigueront ces places; leurs honoraires ne seroient pas chers, & la plus grande dépense seroit celle des médicamens fournis. Nous observerons que par ces établissemens, les médecins & les chirurgiens des paroisses voyant à la fois un nombre de malades en état de se transporter, seroient dispensés d'aller les chercher chez eux, ce qui seroit une économie pour les paroisses : une partie de ces malades n'iroient point à l'hôpital, & les hôpitaux seroient soulagés. En même temps des femmes pauvres préféreroient qu'on vint les accoucher à la maison, & demeureroient dans leur ménage; ce qui, en soulageant encore les hôpitaux, tourneroit à l'avantage des mœurs, car il est toujours utile que les mères de famille restent chez elles. Il n'est pas de notre objet d'indiquer les moyens de subvenir à cette dépense : Paris a de grandes ressources; & M.^r les Curés qui font tant de bien, ont prouvé comment ils savent toucher les cœurs & exciter la charité.

La nation Angloise offre à cet égard un bel & noble exemple, tant des taxes imposées, que des souscriptions & des contributions volontaires en faveur des pauvres. L'Académie approuvera sans doute que nous entrions ici dans quelques détails intéressans. Les paroisses de Londres & des différentes villes d'Angleterre, sont pour ainsi dire autant de municipalités. Les habitans s'assemblent pour élire des administrateurs nommés *gouverneurs*, & pour imposer des taxes qui doivent servir à défrayer leurs dépenses. Ces paroisses sont chargées de l'illumination & du nettoiemment des rues, de l'entretien du pavé, de la garde la nuit & le jour, & du soin des pauvres valides & malades établis dans la paroisse depuis un temps fixé. La paroisse de Marylebon, une des plus considérables de Londres, & qui renferme 50000 habitans, outre les impôts levés par le Gouvernement, & qui montent à quarante mille livres sterlings, a levé en 1786, pour l'acquit de ses charges

particulières, vingt-neuf mille deux cents vingt-neuf livres sterling, dont onze mille huit cents quatre-vingt-six ont été attribuées à l'entretien des pauvres valides & au traitement des pauvres malades. Voilà donc une seule paroisse & 50000 habitans qui payent annuellement pour leurs pauvres une somme de deux cents quatre-vingt-cinq mille deux cents soixante-quatre livres, argent de France, en n'évaluant la livre sterling qu'à vingt-quatre livres. Ces taxes sont considérables, mais elles sont réglées par les habitans mêmes; elles sont générales, & dans les provinces comme dans la capitale. La ville de Bristol s'est taxée pour ses pauvres à quatorze mille livres sterling par an, & à raison de deux schelings & demi pour livre du revenu des maisons, ce qui est un huitième. Si elle a moins de 60000 habitans, elle paye autant que la paroisse de Mary-lebon. L'opinion commune en Angleterre, est que la taxe des pauvres monte annuellement à quarante-cinq millions, argent de France. Un calcul fait par évaluation est d'accord avec cette opinion. Si la taxe est à-peu-près égale par-tout, 50000 habitans payant deux cents quatre-vingt-cinq mille deux cents soixante-quatre livres, huit millions d'hommes, qui sont à-peu-près la population de l'Angleterre, doivent payer quarante-cinq millions quatre cents mille & tant de livres. Cette taxe est énorme, & elle répondroit à cent trente-cinq millions pour les vingt-quatre millions d'hommes auxquels on porte la population de la France. Mais il faut observer que la mendicité est entièrement supprimée en Angleterre; tout pauvre y est défrayé aux dépens du public. Aussi cette taxe de quarante-cinq millions, toute forte qu'elle est, ne renferme pas tous les secours qui y sont accordés & même prodigués à l'indigence. Il y a un nombre d'hôpitaux qui subsistent de fondations, & d'autres dont les revenus consistent seulement dans les souscriptions annuellement renouvelées. L'hôpital Saint-George a eu en 1786 pour cinquante-trois mille sept cents trente-six livres de souscriptions, argent de France. L'hôpital Saint-Thomas

a par an de vingt-quatre à quarante-huit mille livres; l'hôpital Saint-Barthélemi, cent quarante-quatre mille livres. Les hôpitaux d'Oxford, de Worcester, &c. sont aussi entretenus par des souscriptions. L'hôpital royal de Greenwich fut commencé par Charles II; & en 1694, Guillaume III demanda l'assistance de ses sujets, qui fournirent par des souscriptions volontaires une somme de cinquante-huit mille deux cents neuf livres sterlings, ou d'environ quatorze cents mille livres, argent de France, pour la construction de ce seul hôpital.

On voit que la nation Angloise, soit par les taxes qu'elle s'impose, soit par les contributions volontaires, emploie des sommes considérables au soulagement des pauvres valides & malades. On voit que la sollicitude est générale, & que l'humanité ne se reposant pas sur les taxes obligées, fait couler les richesses pour multiplier les secours en proportion des besoins. Cet ordre de choses mérite les applaudissemens de tous les hommes sensibles; & nous pouvons nous livrer à le louer ici avec d'autant plus d'empressement, que la nation Françoisse, toutes les classes des habitans de la capitale ont montré le même zèle & le même dévouement envers les pauvres, par des souscriptions volontaires pour la construction des nouveaux hôpitaux; & elles ont été portées à plus de deux millions deux cents mille livres. Nous devons même juger, par ce que nous entendons tous les jours dans les cercles des sociétés, que cette source de bienfaisance est arrêtée & non tarie; & nous avons lieu d'espérer qu'elle se rouvrira lorsque les ouvriers paroîtront sur les terrains désignés, & que les travaux étant commencés, les projets de ces hôpitaux adoptés & ordonnés par le Roi, auront reçu la dernière sanction qu'ils peuvent recevoir, celle de l'exécution. Ainsi Louis XVI a trouvé dans ses sujets le même empressement à le seconder & la même compassion pour les pauvres, que Guillaume III dans les siens. C'est dans ces œuvres d'humanité que des nations également estimables peuvent se déclarer rivales; & l'imitation de ces
actes

actes de bienfaisance, l'adoption de cet usage des souscriptions, si familier à la nation Angloise, & déjà pratiqué dans la nôtre, font également honneur aux deux nations.

La nation Angloise, en même temps qu'elle ouvre ses trésors, prodigue aux malades les soins de l'humanité; car l'homme qui souffre a non-seulement besoin d'être médicalement & pansé, mais il lui faut des attentions délicates qui diminuent ses souffrances, & des soins qui le consolent de ses maux. Une administration éclairée y veille sans cesse pour rechercher tout ce qui peut mettre le malade plus à son aise, & pour écarter de lui tout ce qui ajoute à ses douleurs. Quand un malade est guéri, un administrateur se trouve toujours présent à sa sortie pour lui demander s'il a été bien soigné, si rien ne lui a manqué, & s'il n'a point à se plaindre de personne. Cet usage est dicté par la prudence & par l'humanité; il marque un certain respect envers le pauvre, & il est en même-temps propre à contenir les subalternes dans le devoir. Nos confrères ont vu ce spectacle avec sensibilité. Cependant ils nous assurent qu'ils n'ont rien trouvé en Angleterre qui égale le zèle & la douceur de nos Religieuses hospitalières & de nos Sœurs de la charité: nous rendons avec plaisir cette justice à leur vertu & à leur piété. Il est un soin particulier qui contribue beaucoup, non-seulement à la guérison, mais au bien-être des malades, c'est celui de la propreté. On ne peut que louer & imiter la propreté des hôpitaux Anglois; elle est plus difficile à établir dans les grands établissemens où les hommes se rassemblent en commun, que dans les maisons particulières. Dans nos maisons, la volonté du maître est une loi que l'on suit; dans les hôpitaux où il n'y a pas une volonté unique si évidemment & si fréquemment exprimée, il seroit nécessaire que tout le monde, malades & serviteurs, eussent besoin de la propreté. Il ne suffit donc pas qu'elle soit une qualité individuelle, il faut qu'elle soit une qualité nationale; & comme on ne peut pas supposer cette disposition univer-

Hist. 1786.

D

selle. il faut pour y suppléer, que le chef redouble de vigilance; il faut qu'il ait sans cesse devant les yeux cette loi de la propreté, qu'il en fasse le premier, le plus suivi de ses soins: sans cette vigilance du chef, faute de ces soins indispensables, l'hôpital construit dans les meilleurs principes deviendra insalubre, les usages les plus sagement établis & les plus utiles deviendront nuisibles; nous en citerons un exemple. Presque tous les hôpitaux en Angleterre, ont des latrines à l'angloise; elles sont à côté des salles pour la commodité des malades. Nous comptons bien proposer pour nos hôpitaux & cette espèce de latrines & cette disposition; mais cet usage sera très-mauvais si ces latrines ne sont pas tenues avec la plus grande propreté. Elles auront de l'odeur, & seront par conséquent contraires à la salubrité; & cette odeur en produisant le dégoût, ajoute au mal-aise de l'homme souffrant. Non-seulement il faut soigner l'intérieur des latrines, en y faisant passer le courant d'eau nécessaire; mais il faut en soigner aussi l'extérieur, & veiller sur les malades indolens qui pourroient contrevenir à la propreté. Elle ne peut donc être l'ouvrage que des soins réunis des serviteurs & des malades, & surtout de la police exacte & sévère des supérieurs.

Tel est le résultat de l'examen que nos confrères ont fait des hôpitaux Anglois; les réflexions que cet examen nous a suggérées, les imitations que nous proposons. Nous ne devons rien négliger pour perfectionner le grand & utile projet des quatre hôpitaux, dont nous avons annoncé les dispositions générales dans nos deux premiers Rapports à l'Académie; & que le Roi a sanctionnées par sa volonté exprimée dans les arrêts de son Conseil. Les connoissances humaines sont aujourd'hui le produit des efforts de tous les peuples de l'Europe; le grand ouvrage de nos hôpitaux sera le résultat des lumières générales, par lesquelles toutes les nations doivent commercer sans prétention de la part de celle qui donne comme sans jalousie de la part de celle qui reçoit. Nous devons, en finissant cette première partie,

remercier la nation & le gouvernement Anglois, la Société royale de Londres, M. Banck qui en est le président, M. Blakden, le docteur Simmons, M. Greville frère du Lord Warwick, tous les chefs des hôpitaux, & généralement tous les Anglois auxquels nos confrères ont été adressés, & M. Barthélemi, ministre plénipotentiaire de France à Londres, de l'empressement avec lequel les Commissaires de l'Académie ont été accueillis, & des services qui leur ont été rendus. Tous les hôpitaux leur ont été ouverts; on leur a tout montré & tout expliqué; on leur a communiqué les plans, les descriptions & jusqu'aux registres de comptabilité. Ils ont déposé à la Bibliothèque de l'Académie les ouvrages, les mémoires, les plans qu'ils ont rassemblés dans leur voyage, & ces détails précieux sur les hôpitaux d'Angleterre, font la preuve de l'accueil qu'ils ont reçu.

SECONDE PARTIE.

LE plan d'un hôpital pour 1200 malades que nous mettons sous les yeux de l'Académie, est le résultat des dispositions que nous avons établies dans notre premier Rapport du 22 Novembre 1786, & qui consistoient à construire suivant des lignes parallèles & avec des intervalles suffisans, les différens corps-de-logis destinés à composer l'hôpital. Dans les comités que nous avons tenus au mois d'Avril 1787, on a proposé de partager ces parallèles en pavillons isolés; c'est cette disposition que nous avons définitivement adoptée, depuis le retour de nos confrères, & dont nous présentons à l'Académie l'ordonnance générale & les principales distributions (a).

On a placé sur le front & à la façade de cet hôpital, tous

(a) Depuis que ce Compte rendu à l'Académie, a été lu & imprimé, nous avons reconnu que la forme ici adoptée, de ces parallèles partagées en deux suites de pavillons isolés, a

des rapports avec celle que M. le Roy a publiée il y a plusieurs années; nous rendons, avec plaisir, à notre confrère, la justice qu'il lui est due.

les bâtimens accessoires & relatifs à l'entrée & à la réception des malades. Les deux moitiés de cet hôpital sont semblables, l'une est réservée aux hommes, l'autre aux femmes; il en est de même des bâtimens de l'entrée, & en décrivant l'une de ces moitiés, on a décrit l'autre.

Dans cette façade de l'hôpital, & également à droite comme à gauche, nous plaçons un petit bâtiment qui contiendra, 1.^o la loge du portier; 2.^o les pièces destinées à la réception des malades; savoir, la chambre où ils attendront quand ils se présenteront plusieurs à la fois, puis un bureau où se tiendra le chirurgien de garde avec un ou deux commis, qui, après l'examen du malade, lui donneront son billet d'entrée avec la désignation du pavillon où il doit être reçu. Ces commis, qui pourront être choisis parmi les élèves en chirurgie & à tour de rôle, tiendront le registre d'entrée & de sortie, où sera inscrit le nom, l'état, l'âge du malade, le nom de sa paroisse, sa maladie, & le nombre de jours qu'il sera resté à l'hôpital jusqu'à sa sortie, ou par guérison ou par mort.

Le malade passera du bureau dans un second bâtiment, ou dans une seconde pièce où il quittera ses habits pour prendre ceux de l'hôpital. A côté de la chambre destinée à ce service ou dans la chambre même, il y aura des fourneaux, des chaudières & plusieurs baignoires pour baigner ou laver le malade, s'il en a besoin: il est probable qu'il fera le plus souvent suffisant de le laver avec des éponges. Ce service exige nécessairement trois autres bâtimens ou corps-de-logis; le premier pour désinfecter les habits du malade & en détruire la vermine. Les Anglois font souvent passer ces vêtemens à la vapeur du soufre, mais ce moyen de purification a l'inconvénient de laisser aux habits une odeur insupportable & d'en altérer les couleurs; il suffira de les passer à l'étuve (b) & dans certain cas à l'eau très-

(b) M. Tenon avoit proposé en 1780, de passer au four les hardes des malades. *Mém. de l'Académie des Sciences*, année 1780, page 430.

chaude. Le second corps-de-logis sera destiné au dépôt de ces habits, & le troisième renfermera les vêtements de l'hôpital qui seront fournis au malade à son entrée & qu'il ne quittera qu'à sa sortie. Ces deux derniers bâtimens où l'air doit circuler librement, ne seront fermés que par de larges jalousies assez inclinées pour que la pluie ne puisse pas pénétrer ; ils contiendront dans leur intérieur une cage qui s'élèvera jusqu'au toit & dont tous les étages seront en treillis. C'est dans cette salle que seront déposées les hardes du malade ; elle aura autant de divisions qu'il y aura de bâtimens destinés aux salles ; les habits dans chaque division porteront le numéro du bâtiment au service duquel ils appartiendront, & un second numéro qui indiquera l'individu à qui ils doivent être rendus. Un commis sera chargé de ce dépôt avec deux ou trois aides pour changer le malade & pour faire le service ; tout ce service sera logé au-dessus du rez-de-chaussée de ces différens bâtimens : telles sont les dispositions de l'entrée.

Le corps de l'hôpital est composé de quatorze pavillons rangés sur deux files, l'une à droite & l'autre à gauche, l'une pour les hommes, l'autre pour les femmes : ces deux files sont séparées par une vaste cour de 28 toises de large sur plus de 120 de longueur ; c'est une grande masse d'air placée au centre & répandue dans un espace d'environ quatre arpens. On pourra placer dans cette cour un jardin de plantes médicinales, en réservant au pourtour une rue de 24 pieds de large. Il contiendra encore près de trois arpens, & outre son utilité, il sera d'un aspect plus agréable qu'une cour sèche & nue qui blesse le plus souvent la vue par la forte réflexion des rayons solaires. Le pavillon du milieu des sept de chaque file, ou le quatrième, à compter de l'entrée, renferme la cuisine d'un côté, & l'apothicairerie de l'autre, chacune avec leurs dépendances. Par cette disposition, elles seront assez près du centre ; & on satisfait à-la-fois & à la commodité du service & à une certaine régularité d'ordonnance, qui est cependant à désirer dans des

constructions de cette importance. Les six autres pavillons de chaque côté sont destinés à des salles de malades: ils sont tous semblables; il suffira d'en décrire un.

Ces pavillons auront 24 pieds de large dans œuvre, sur une longueur d'environ 28 toises; les extrémités sur une largeur d'environ 5 toises seront en saillies & seront pour les dépendances des salles; celles-ci ayant environ 18 toises de long, contiendront 36 lits sur deux rangs. La hauteur des salles sera de 14 à 15 pieds, & les fenêtres placées au-dessus des lits à la hauteur de six pieds, s'élèveront jusqu'au plafond. Les pavillons auront trois rangs de salles l'une au rez-de-chaussée, particulièrement destinée aux convalescens, & les deux autres dans les étages supérieurs; & le troisième étage sera employé à loger le service & à placer des magasins: à un bout du pavillon & du côté de la cour intérieure, sera un escalier suffisamment large & commode pour communiquer à tous les étages. Peut-être fera-t-on à l'autre extrémité un escalier de dégagement; mais nous avouons qu'il peut avoir des inconvéniens dans l'usage, parce que ces escaliers en offrant des sorties qui ne sont pas inspectées peuvent occasionner des abus, & que leur usage contre les incendies sera presque sans objet dans un bâtiment où il n'y aura ni cuisine ni apothicairerie, ni fonderie, ni amas de combustibles; & où le feu ne sera employé que pour donner aux salles la température nécessaire, & pour réchauffer les bouillons & les tisanes. Les lits & les chassis seront en fer; & si le feu prenoit jamais à la garniture d'un lit, il n'atteindroit que difficilement les autres lits, séparés par des ruelles de trois pieds, & le plafond qui est plus élevé de sept à huit; il seroit éteint aussitôt qu'allumé.

Chaque salle sera composée de 34 à 36 lits; chaque pavillon en contiendra par conséquent 102 ou 108: chaque salle sera accompagnée de latrines à l'angloise, d'un lavoir, d'un réchauffoir pour les alimens & les tisanes; d'une petite salle de bains, d'une chambre ou pièce de

retraite pour la sœur ou l'infirmière qui présidera à la salle.

Il sera essentiel que les sœurs & les infirmières couchent à côté de chaque salle, afin qu'elles soient à portée de soigner sans cesse leur département; & que la veilleuse de nuit ait toujours près d'elle les secours qui peuvent devenir nécessaires. Les trois ordres de salle seront exactement pareils. Le troisième étage offrira les logemens des serviteurs, les magasins de tous les ustensiles appartenans au pavillon, & dont la directrice en chef des trois salles aura le dépôt. On y pratiquera de plus un réservoir qui fournira de l'eau à chaque salle, & particulièrement aux lavoirs & aux latrines à l'angloise (c). On aura soin même de réunir les eaux pluviales, recueillies sur le toit, & de les conduire dans les salles, où elles seront employées à différents usages.

Chaque pavillon sera séparé des autres pavillons par un espace, ou un jardin, de douze toises de large sur toute la longueur du bâtiment, c'est-à-dire sur vingt-huit toises environ : cet espace où il n'y aura point d'arbres, sera le promenoir particulier des malades de ce bâtiment; il sera fermé, & nul autre n'y pourra entrer. On isolera donc les convalescens des différentes maladies, comme les malades, & autant qu'on le voudra. Mais ces différents bâtimens seront liés les uns aux autres par une galerie de communication qui fera tout le tour de la cour intérieure, & passera au pied de l'escalier de chaque pavillon. Elle ne s'élèvera pas au-dessus du rez-de-chaussée, & n'interceptera point par conséquent la circulation de l'air.

La chapelle sera au fond & à l'extrémité de la cour intérieure; elle aura d'un côté le logement des ^{parcs}, & de l'autre l'amphithéâtre où se feront les ^{des} démonstrations anatomiques; derrière, seront les ^{des} chambres des morts. Quant aux cimetières, nous désirons, suivant le vœu que

(c) M. Tenon, l'un de nous, avoit proposé en 1780, de placer des réservoirs, dans l'étage supérieur des hôpitaux & des prisons. Voyez *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1780, page 429 & 430.

l'Académie a toujours formé, qu'ils soient éloignés de toute habitation, & par conséquent hors de l'hôpital, à une distance convenable. La galerie offrira donc une communication générale & à couvert, depuis l'entrée jusqu'à la chapelle, & elle fera correspondre tous les départemens de l'hôpital. Nous sentons que pour un service journalier, le chemin à l'entour de cette cour sera peut-être un peu long de quelques pavillons à la cuisine & à l'apothicaire qui doivent correspondre à tout; mais dans une infinité de cas on aura la facilité de traverser à découvert la cour intérieure (d). D'ailleurs, on pratiquera une galerie transversale, qui coupera la cour intérieure & la traversera pour passer du département de l'apothicaire à celui de la cuisine; elle unira ainsi les deux rangées de pavillons, & dans leur milieu par une communication semblable à celles qu'ils auront à leurs extrémités. Cette galerie n'est point marquée sur le plan, parce qu'elle n'a été d'abord que projetée; mais le Gouvernement a ordonné de l'exécuter: elle sera bornée au rez-de-chaussée & ouverte en arcades comme celle qui fera le tour de la cour intérieure.

Tout cet assemblage de pavillons & l'édifice de la chapelle seront entourés par une rue de douze toises de large; c'est par cette rue que l'on retirera les morts pour les porter à la chambre du dépôt, à l'amphithéâtre, au cimetière, sans que ces transports soient aperçus de l'hôpital. On prendra sur la largeur de cette rue, une suite de hangars pour les remises, les écuries, pour les magasins de bois, de charbon & autres accessoires de l'hôpital. Il est bon d'observer que les bâtimens de la cuisine & de l'apothicaire auront seuls des caves. Les nouveaux hôpitaux seront sur des terrains aérés & déjà secs par eux-mêmes;

(d) Depuis la lecture & l'impression de ce Rapport, on a cru qu'il seroit avantageux de changer la disposition de la cuisine & de l'apothicaire; on s'est déterminé à les

placer au milieu de la grande cour, afin qu'elles soient au centre du service; en même temps, on a supprimé un pavillon de chaque côté, & il n'y en aura plus que douze.

on exhaussera le rez-de-chaussée de quelques pieds, & on pourra espérer d'être à l'abri de l'humidité : on en a l'expérience par le rez-de-chaussée de l'École-militaire, qui, bâti sur un fond de sable & sans être exhaussé, n'est point humide. Nous avons pensé qu'il falloit épargner la dépense des constructions souterraines, qui seroient perdues si elles étoient sans emploi, & qui, si on se permettoit d'y placer des magasins de combustibles, exposeroient au danger du feu ; cette économie est un objet considérable dans la dépense. Si l'expérience fait connoître que ces rez-de-chaussées élevés de quelques pieds, sont humides, il y a des moyens d'y remédier qui sont moins dispendieux que les souterrains voûtés. On creusera sous ces rez-de-chaussées, & on fera porter les planchers sur des dés élevés de trois pieds, avec un air passant par-dessous ; ou bien on fera porter ces planchers sur un massif de quelques pieds de sable, de pierrailles, ou de charbon. On imitera le sol naturel de l'École-militaire, ou le sol factice que l'on donne aux magasins à poudre qu'il est si essentiel de préserver de toute humidité.

On pratiquera un égout de chaque côté, où se rendront & les conduits des latrines & ceux des cuisines, & toutes les eaux destinées à en entraîner les immondices. Les eaux seront fournies, suivant les circonstances des lieux & des temps, soit par la Pompe à feu, soit par les rivières de l'Yvette & de Bièvre, lorsqu'elles seront arrivées dans Paris, à la hauteur nécessaire, soit enfin par la rivière de la Beuvrone que le Gouvernement paroît avoir l'intention d'y amener. Si celles de ces eaux qu'on emploira ne partent pas d'une hauteur suffisante, on construira à l'extrémité la plus élevée de l'hôpital une tour surmontée d'un grand réservoir, où on élèvera l'eau par des pompes, & d'où elle sera distribuée dans les réservoirs particuliers des pavillons, pour descendre ensuite à chaque étage, & de-là être portée en totalité dans les tuyaux des latrines, & enfin dans les égouts qu'elle lavera sans cesse. Ces égouts déjà

Hist. 1786.

E

34 HISTOIRE DE L'ACADÉMIE ROYALE

tout faits à l'Ecole-militaire, aboutissent à la rivière & au-dessous de Paris. Ceux des hôpitaux de Saint-Louis & de la Roquette aboutiront dans le grand égout *Turgot*, & de-là dans la rivière, également au-dessous de Paris. Quant à l'hôpital Sainte-Anne, si on juge que les eaux de la Bièvre, en partie amenées à Paris, sont trop peu abondantes pour les charger d'immondices, il faudra bien avoir recours à la vidange des fosses, comme on fait aujourd'hui dans les hôpitaux de Saint-Louis, des Incurables, &c. C'est un inconvénient impossible à éviter, par la nécessité de distribuer les hôpitaux dans les différens quartiers, de les éloigner suffisamment, & de faire que l'on trouve les secours & les ressources au lieu même où sont les pauvres & les besoins.

Telle est la disposition générale de l'hôpital.

Nous avons à prévenir le reproche qu'on pourroit nous faire d'avoir changé de principe dans la distribution des salles, & nous devons dire les raisons qui nous y ont déterminés. Nous avons établi dans notre premier Rapport, que nous ne mettions des salles de malades qu'au rez-de-chaussée & au premier étage. Ici, nous avons trois rangs de salles, & nous plaçons des malades, non-seulement au rez-de-chaussée & au premier, mais aussi dans l'étage supérieur. Nous avons changé en croyant faire mieux; nous avons sacrifié le bien à un bien plus grand : toutes les dispositions ont des limites nécessaires. Sans doute il y auroit de l'avantage à n'avoir qu'un rang de salles & point de malades au-dessus; mais l'immensité du développement qui en résulteroit pour 1200 malades, nous a forcés, dans notre premier Rapport, d'en placer au premier étage. Chacun des pavillons du plan que nous présentons contient environ 100 lits, & chaque étage 34 ou 36. Pour n'en pas mettre au second étage, il falloit ou augmenter le nombre des pavillons, & en faire 20 au lieu de 14, ou les étendre en longueur. Dans les deux cas, on augmentoit le développement, on occupoit plus de terrain, on mul-

tiplioit les constructions, on rendoit le service plus difficile & plus fatigant. L'économie des dépenses & la commodité de ceux qui servent, sont des considérations importantes & nécessaires; l'économie, comme nécessité actuelle, la facilité du service, comme nécessité de tous les temps. Si on eût augmenté le nombre des pavillons, ceux qui sont aux extrémités auroient été trop éloignés de la cuisine & de l'apothicairerie qui sont le centre du service; si on eût étendu les pavillons dans le sens de leur longueur, il auroit fallu placer 50 malades à chaque étage. Or, nous avons reconnu que le premier moyen d'obtenir la salubrité dans un hôpital, est de ne réunir dans une même salle que le moindre nombre possible de malades. Nous nous sommes proposés de le fixer à-peu-près à 30 : l'expérience des Anglois a confirmé notre principe; on peut dire, à quelques exceptions près, que dans toutes les salles de leurs hôpitaux le nombre des lits est au-dessous de 30. Ce seroit s'abuser que de partager la longueur de la salle par un mur de refend, & de croire avoir fait ainsi deux salles particulières de 25 malades chacune; car, si quelque raison de commodité y déterminoit, on doit regarder ces deux salles contiguës communiquant par une porte, & l'une donnant passage à l'autre, comme ne faisant qu'une seule salle; c'est le même air qui y circule, & les émanations des corps malades se répandent & se partagent également dans les deux divisions. Nous prions de faire attention que la construction d'un hôpital de 1200 malades dépend d'un grand nombre d'élémens; il faut les modifier; il faut tout faire accorder pour les combiner. On ne peut pas établir le mieux dans chaque détail; on a devant les yeux le but général; il faut par-tout se contenter de ce qui est bien, & prendre sur la perfection de chaque partie, pour en composer la perfection de l'ensemble. Le principe de réduire les salles, la nécessité de faciliter le service en resserrant l'étendue de l'hôpital, l'avantage de l'économie dans les constructions, nous ont donc fait prendre le parti de proposer à l'Académie de

E ij

revenir sur ce qui a été déterminé , & d'établir trois rangs de salles. Nous avons considéré que nos pavillons sont de petits corps-de-de-logis isolés , & que cette disposition ne pouvoit en aucune manière être comparée pour la salubrité à celle de l'Hôtel-Dieu , où les salles sont accouplées , où la plupart contiennent 2 à 300 malades , & où cette complication & l'infection qui en résulte sont redoublées par quatre ou cinq étages accumulés.

Un bâtiment isolé destiné à 100 malades , partagé en trois étages ou salles , chacune de 34 lits , fera un bâtiment suffisamment sain. Voilà ce qu'enseigne la théorie ; & si on veut consulter l'expérience , nous dirons que les hôpitaux d'Angleterre , tous en général assez salubres , ont trois rangs de salles & trois étages.

Mais il n'est aucun des hôpitaux de France & d'Angleterre , & nous dirons de l'Europe entière , en exceptant celui de Plimouth , où les bâtimens destinés à recevoir des malades soient , chacun en particulier , aussi aérés & aussi complètement isolés. Chaque pavillon est au milieu de deux espaces ou promenoirs de 12 toises de large sur 28 de long ; le pavillon tient par ses deux extrémités , d'un côté à une rue de 12 toises de large , de l'autre à une cour qui en a 28 sur une longueur de 120 toises. On ne peut donc être plus enveloppé que ne le sont ces pavillons par une libre circulation de l'air agité , renouvelé par les vents , toujours promptement & en grandes masses. Ce n'est pas tout , chaque pavillon aura ses meubles , ses ustensiles séparés , des infirmières particulières , un chirurgien qui y sera affecté , un promenoir à part pour ses convalescens ; il aura ses registres , & la mortalité sera connue & déterminée : on pourra fermer ce pavillon & son promenoir , & ils n'auront jamais avec le reste de l'hôpital que la communication que l'on voudra. Ce pavillon sera donc réellement un petit hôpital. Si au temps de notre premier Rapport , nous avons préféré les grands hôpitaux à un nombre d'hospices , nous avons dit que nous ne renoncions

pas au bien que peuvent faire ces derniers ; & en effet, nous y revenons aujourd'hui sans changer de principe & sans abandonner les grands hôpitaux. Chaque pavillon sera un hospice, l'hôpital sera un assemblage de douze hospices ; & le système de bâtimens que nous proposons, a tous les avantages de cette espèce d'hôpitaux sans en avoir les inconvéniens. Le plus grand de ces inconvéniens est de ne pouvoir qu'exclure certaines maladies, sans pouvoir les distinguer & les séparer. Ici, elles sont toutes reçues & toutes classées ; chacune aura son département, fermé s'il le faut ; on y trouvera donc & séparément, comme on le voit en Angleterre, & comme plusieurs personnes le desiroient ici, des hôpitaux particuliers pour un certain nombre de maladies. Si ce système est agréé de l'Académie, il nous paroît réunir les avantages & des grands hôpitaux où tous les malades sont admis, & des hospices qui n'en reçoivent qu'un petit nombre, & des hôpitaux particuliers affectés à une seule maladie.

Le soin de classer les maladies est en effet important, & on peut y satisfaire au moyen de nos subdivisions qui sont plus nombreuses qu'il ne faut. La connoissance du nombre des malades que peut fournir chaque espèce de maladies, seroit utile pour savoir d'avance combien de subdivisions on doit leur attribuer. Quant au premier objet, nous ne nous occupons que du classement général des maladies ; nous nous proposons d'admettre les fous seulement à l'hôpital Sainte-Anne, & d'y placer les appareils & le traitement particulier qu'ils exigent ; nous pensons qu'il sera bon d'y ménager une salle & un traitement pour les hydrophobes ; nous croyons aussi qu'il sera à propos d'attribuer dans tous les hôpitaux une salle particulière aux pulmoniques.

C'est peut-être ici le lieu de répondre à une objection qui a été faite contre l'établissement de quatre hôpitaux. On a prétendu qu'il pourroit arriver que des malades fissent le tour de Paris, avant de trouver celui des hôpitaux où ils pourroient être reçus, soit parce qu'ils auroient une maladie affectée à cet hôpital, soit parce que les autres

hôpitaux seroient remplis. La réponse est simple , c'est une affaire de police particulière. On fera pour être admis aux hôpitaux, ce qu'on fait pour l'être à la Charité, on envoie savoir s'il y a un lit vacant ; on enverra de même au chef-lieu savoir dans quel hôpital il faut se faire conduire. Chaque soir on fera passer à ce chef-lieu un état de situation des quatre hôpitaux ; & en consultant le registre, on saura dans quel hôpital le malade doit être renvoyé.

Quant au second objet & au nombre possible des malades de chaque espèce, M. Tenon, l'un de nous, qui a eu tant de part à notre premier Rapport, par les excellens Mémoires qu'il nous a fournis, a continué ses recherches sur les hôpitaux ; il a voulu déterminer, autant que l'expérience du passé peut éclairer sur l'avenir, combien quelques maladies pourroient conduire de malades aux nouveaux hôpitaux : il résulte de ses recherches intéressantes, que sur cinq malades, l'Hôtel-Dieu actuel a un blessé, & que sur le nombre des blessés, il n'y a qu'une femme pour trois hommes. Comme le nombre moyen des malades à l'Hôtel-Dieu actuel est de 2500, on y peut compter sur ce nombre 500 blessés. Mais les secours étant doublés, les lits étant portés à 5000, on peut supposer que l'affluence y doublera chaque espèce de maladies. Il faudra donc consacrer dans les quatre hôpitaux huit ou neuf pavillons aux blessés & aux maladies chirurgicales en général, savoir, six aux hommes & deux ou trois aux femmes. M. Tenon estime qu'il faut réserver de 4 à 500 lits pour les femmes en couche. Il faudra donc, dans ces hôpitaux, leur destiner cinq pavillons, qui seront bien fermés & bien séparés en faveur des infortunées à qui on doit le secret. C'est par cette raison que nous n'avons pas cru devoir leur attribuer un hôpital particulier ; n'y ayant que 600 lits au plus pour les femmes, elles l'auroient rempli presque en entier, & leur honte auroit été découverte, ou du moins fortement soupçonnée par leur entrée à cet hôpital. Il faut les confondre dans la foule des femmes malades ; c'est un devoir de l'humanité, & même de la poli-



tique, d'envelopper de cette ombre les fautes de la foiblesse, afin que l'honneur conservé empêche d'y retomber. Il y aura peut-être des difficultés d'administration, sur-tout dans les relations nécessaires des hôpitaux de femmes en couche, avec celui des Enfans-trouvés ; mais lorsqu'il en sera temps, on examinera ces difficultés, & il sera peut-être aisé de les lever. Dans l'établissement des hôpitaux de ce genre, les premières considérations sont celles du physique & du moral qu'on ne peut changer ; on peut toujours y conformer l'administration qui dispose de son service.

Le plan d'hôpital que nous proposons peut être également exécuté & sur le terrain de Sainte-Anne & sur celui de la Roquette. On ne doit point chercher de variété dans les choses qui ont une même destination. La meilleure disposition est unique, & elle doit offrir par-tout les mêmes secours aux mêmes besoins. On fera dans celui de Sainte-Anne les changemens nécessaires pour y recevoir les fous que nous y destinons. On leur attribuera un ou deux pavillons, où on disposera des cellules pour les traiter chacun en particulier ; & ces pavillons bien fermés, seront entièrement séparés du reste des malades. Nous devons dire ici que M. Poyet, chargé de construire à neuf les deux hôpitaux de Sainte-Anne & de la Roquette, ainsi que M.^{rs} Raymond & Brongniart, chargés des changemens à faire à l'hôpital Saint-Louis & à l'Ecole-militaire, se sont montrés animés du même esprit que le Gouvernement & l'Académie. M. Poyet, en traçant le plan des deux hôpitaux à construire à neuf, est entré dans toutes les vues du Comité pour les dispositions de salubrité ; il se propose, suivant l'intention du Gouvernement, de tout exécuter sans ornemens & avec simplicité. Chacun d'eux oublie l'intérêt de sa propre gloire, & par ce sacrifice même ils en acquièrent une beaucoup plus grande ; car nous avons en nous un ressort, l'amour-propre, qui tend toujours à faire briller le talent, & il n'y a que l'amour des pauvres & le zèle du bien public qui puissent comprimer ce ressort. Au reste, l'Académie verra

dans le plan qui est sous ses yeux, que ces grandes constructions, déjà imposantes par leur étendue & par leur masse, ont de l'élégance dans leurs formes & dans leurs distributions, & que le talent de l'architecte, quoiqu'il ait été gêné, y sera encore facile à reconnoître.

Après ces deux constructions faites entièrement à neuf, l'hôpital où il y aura le plus de travaux à faire, sera celui de Saint-Louis: il ne peut contenir qu'environ 400 malades couchés seuls dans un lit, il s'agit donc d'y faire des augmentations pour recevoir 800 malades de plus. Il y a deux moyens d'y parvenir, l'un, de construire des galeries, des pavillons isolés suffisans pour y placer 800 lits; ou, si l'on veut épargner les constructions, de prendre sur la hauteur trop grande des salles de cet hôpital, pour ménager, en y joignant les combles, un second étage de salles qui auront, ainsi que celles du premier 13 à 14 pieds de hauteur, & qui seront par conséquent suffisamment élevées: on y placeroit 400 lits, & on n'auroit à faire des constructions que pour 400 autres malades. C'est sur cette option que nous n'avons pas encore pris de parti & que nous nous concerterons avec M. Raymond.

Quant à l'hôpital que le Gouvernement a décidé d'établir à la place de l'École-militaire, nous n'avons pas encore été à même de visiter les bâtimens, afin de reconnoître les dispositions qu'il conviendra d'y faire. Mais sur l'inspection des plans, & d'après les conférences que nous avons eues avec M. Brongniart, architecte de l'École-militaire, & que le Roi a chargé des changemens nécessaires pour convertir cette maison en hôpital, on voit qu'elle sera susceptible de contenir beaucoup de lits, & même un nombre qui surpassera les douze cents qu'on y demande; d'où il résultera une réserve qui pourra être utile s'il survient des temps de surcharge extraordinaire. On voit encore que les changemens à faire, la plupart dans l'intérieur, ne seront pas un objet d'une grande dépense, & doivent être exécutés en peu de temps; de
manière

manière que si les travaux peuvent commencer au mois d'Avril, il y a lieu d'espérer que l'hôpital sera en état, & que les malades pourront y être reçus d'ici à un an ou dix-huit mois. Ce seroit un grand soulagement pour les pauvres, toujours mal à l'aise & accumulés d'une manière mal-saine dans le local de l'Hôtel-Dieu.

Il en résulte que la destination de l'École-militaire à une maison d'hôpital, est un des plus grands bienfaits du Roi envers l'indigence souffrante, celui du moins dont la jouissance est la plus prochaine. Le Roi compte les momens ; le Roi est pressé de voir ouvrir les asiles de sa bienfaisance. Bénissons le Ministre qui a si bien secondé les vues de Sa Majesté, le Ministre toujours ferme & constant dans les desseins qui peuvent concilier au Roi l'amour de ses peuples ; & aujourd'hui que les hôpitaux vont s'élever, s'il est permis de citer un corps dont l'institution & le vœu sont dirigés à l'utilité publique, heureuse l'Académie qui a pu contribuer à ces nobles travaux.

FAIT à l'Académie, ce 12 Mars 1788. *Signé* LASSONE, DAUBENTON, TILLET, TENON, BAILLY, LAVOISIER, LA PLACE, COULOMB, D'ARCET.

RENVOIS DU PLAN D'HÔPITAL

Fait par M. POYET, Architecte du Roi & de la Ville, conformément au Rapport de l'Académie des Sciences.

- A** PORTIQUE qui entoure la grande cour, & par lequel on communique à toutes les salles & à la chapelle.
- B** Pavillons en avant de chaque salle, dans lesquels sont les escaliers, les bains & la pièce de dépôt pour les vivres, les médicamens, le linge & les vêtemens propres.
- C** Salles de 36 lits, au milieu desquelles sont des cabinets pour les veilleuses.
- D** Salles d'opération avec amphithéâtres.
- E** Pavillons qui terminent chaque salle, dans lesquels sont les
- Hist. 1786.* F

- 42 HISTOIRE DE L'ACADÉMIE ROYALE
 commodités des malades, celles des sœurs, le bûcher, le
 récuroir, un escalier de dégagement & l'échangeoir.
- F* Bâtiment au rez-de-chaussée duquel sont la cuisine, le garde-
 manger, le lavoir & les magasins aux vivres ; au premier,
 les réfectoires des sœurs & des femmes du service de l'hôpital,
 avec leur logement au-dessus.
- G* Bâtiment qui contient au rez-de-chaussée l'apothicairerie, la
 pharmacie & les magasins des drogues ; au premier, les
 réfectoires des prêtres, celui des hommes du service de
 l'hôpital, avec leur logement au-dessus.
- H* Promenoir découvert.
- I* Cour de la cuisine & de l'apothicairerie.
- K* Amphithéâtre pour les études d'anatomie.
- L* Chapelle.
- M* Salle des morts.
- N* Hangars.
- O* Passage au cimetière.
- P* Rues de 12 toises qui entourent & servent à isoler l'hôpital.

SERVICE D'ENTRÉE.

- 1... Vestibule.
- 2... Logement du portier.
- 3... Bureau de réception des femmes.
- 4... Bureau de réception des hommes.
- 5... Logement du Médecin.
- 6... Logement du Chirurgien.
- 7... Logement de deux Commis de garde.
- 8... Bains & étuves.
- 9... Passages ouverts qui isolent la pouillerie.
- 10... Pouillerie.
- 11... Fours à étouffer la vermine.
- 12... Magasins d'habits fournis par l'hôpital.
- 13... Grand séchoir couvert.
- 14... Lavanderie, repasserie & pièces accessoires.
- 15... Latrines.
- 16... Escaliers.









Wiet de l'Asie & des

l'Asie 434 à 440
de la Page d'Indes

l'Asie à Xingam 6^e ou 1682





OBSERVATIONS

PRÉSENTÉES A L'ACADEMIE EN 1786.

I.

M. le Monnier avoit chargé **M.** le Valois, de faire des observations sur l'inclinaison de l'aiguille aimantée, dans les ports & dans les différentes relâches de l'Océan Éthiopique.

Malheureusement, cet observateur a péri à son retour sur les côtes de Portugal, & **M.** le Monnier n'a reçu de lui qu'une seule lettre datée de Moka, par laquelle il lui marquoit qu'il avoit observé l'inclinaison de $10^{\text{d}} \frac{1}{2}$ à Cochîn, & de 9^{d} à Mahé; l'une & l'autre sont boréales.

De cette observation, **M.** le Monnier conclut qu'un des moyens les plus sûrs de connoître le nœud du méridien magnétique, c'est-à-dire son intersection avec le méridien terrestre, c'est de multiplier les observations dans la partie de l'Océan Éthiopique voisine de l'Afrique; & comme il est vraisemblable que ce nœud se trouve dans les pays où les Européens pénètrent rarement, & qu'ainsi il seroit difficile de l'observer immédiatement, il montre qu'on peut espérer de la connoître avec assez d'exactitude en faisant des observations aux îles de Séchelle ou de Mahé: observations que la position de ces îles, assez voisines de l'île-de-France, rend très-faciles.

II.

Depuis plusieurs mois, **M.** de Rozières, Correspondant de l'Académie, d'après des vues particulières, avoit suspendu dans son appartement, par des cordes de soie, deux barres d'acier brut, tel que l'achètent les couteliers

F ij

de la ville de Valence : chacune de ces deux barres avoit 2 pieds de longueur sur 10 lignes de largeur & 3 lignes d'épaisseur ; elles étoient toutes deux horizontales , mais l'une étoit placée dans le méridien magnétique , & l'autre lui étoit perpendiculaire. Pendant tout ce temps , M. de Rozières s'étoit assuré , par des observations régulières , que ces barres n'avoient pas acquis le moindre degré de magnétisme ; mais le 15 Octobre 1784 , après un tremblement de terre qu'on éprouva ce jour en Dauphiné , à midi & quelques minutes , & dont la direction fut sensiblement de l'est à l'ouest , l'auteur trouva que la barre placée suivant cette direction , étoit tout-à-coup devenue magnétique , au point de supporter , par ses deux extrémités , de petites aiguilles non aimantées ; que c'étoit l'extrémité dirigée vers l'ouest , qui étoit devenue le pôle boréal de la barre , & que ce pôle étoit un peu plus foible que le pôle opposé : quant à la barre placée dans le méridien magnétique , elle n'avoit , en aucune manière , changé d'état.

I I I.

Le 10 Janvier 1785 , à 11^h 20' du soir , M. de Rozières aperçut entre le nord & le sud-ouest de Valence , un météore igné , qui ressembloit fort à une grosse fusée très-lumineuse , & qui éclaira parfaitement l'horizon pendant une minute & demie environ ; il sembloit se diriger vers le nord-est avec une vitesse considérable , & il se termina par plusieurs étincelles brillantes , qui , en se détachant , parurent se porter vers la terre : cette explosion produisit un bruit que l'auteur compare à celui d'une petite pièce de canon , entendue à une demi-lieue de distance : le thermomètre à 1 degré $\frac{1}{2}$ au-dessus de la congélation , le vent foible , au sud.

I V.

Le même M. de Rozières a observé à Valence un para-sélène , la nuit du 7 au 8 Février 1786. Vers les six heures

du soir, il vit le disque de la Lune entouré d'un cercle lumineux de 7 à 8^d de diamètre & offrant les couleurs de l'iris, c'est-à-dire partagé en trois bandes, la première bleue, la seconde jaune & la troisième rouge, en commençant par la plus voisine de l'astre. Bientôt après parut sur une partie de ce cercle le parasélène, c'est-à-dire, l'apparence d'un astre semblable à la Lune, alors dans son premier quartier : une bande lumineuse, à peu-près comme la voie lactée, joignoit la Lune au parasélène, & s'étendoit sous la forme d'une queue, à 4 ou 5^d au-delà du côté opposé à la Lune.

Ce phénomène ne dura que 4 minutes ; la queue, la bande & le parasélène s'évanouirent ensuite assez rapidement ; mais le cercle coloré continua d'être visible pendant toute la nuit & d'entourer le disque de la Lune.

LES Mémoires que l'Académie a jugés dignes d'être imprimés dans le volume des Savans Étrangers, sont au nombre de vingt-neuf.

Sur l'occultation de Vénus par la Lune : par M. l'abbé de Lambre.

Sur les Différences partielles : par M. de la Croix.

Sur l'usage du terreau de bruyère : par M. Thouin, depuis Membre de l'Académie.

Sur une espèce de *Conserva* : par M. de Beauvoir.

Sur le Patate : par M. Parmentier.

Sur les Fractions continues : par M. Trembley.

Sur le Maïs employé comme fourrage : par M. Parmentier.

Sur un nouveau genre de Plantes : par M. Thouin.

Sur un nouveau Champignon : par M. de Beauvoir.

Sur la cristallisation du Bismuth : par M. le Blanc.

Sur les Différences partielles : par M. l'abbé Tedenat.

46 HISTOIRE DE L'ACADÉMIE ROYALE

Sur les Plantes fermenteuſes : par M. de Beauvoir.

Sur le Gluten des argiles : par M. Loifel.

Sur les Mines : par M. Laumont.

Sur le Sel gemme : par M. Haſſenfratz.

Sur l'Obſervation de Mercure : par M. Bernard.

Sur les Fers ſpéculeux de Volvic , du Puy-de-Dome ,
du Mont-d'or : par M. Delarbre.

Sur la quantité de Sel que contiennent les verres blancs :
par M. Loifel.

Sur la comparaifon des Charbons de terre : par M.
Haſſenfratz.

Sur une Éclipſe de Lune obſervée à Canton : par M. de
Guignes le fils.

Sur la décomposition des Pyrites : par M. Haſſenfratz.

Sur l'Acier de cémentation : par M. Duhamel.

Sur la Soude : par M. Deſlandes.

Sur le Quinquina : par M. le Blond.

Sur le paſſage de Mercure : par M. Garnier.


Sur l'Eau-de-vie de café : par M. le Fèvre Deſhayes.

Sur le paſſage de Mercure : par M. Mallet.

Sur la génération des Plantes : par M. l'abbé Bonaterre.

Sur la criſtalliſation des Subſtances métalliques & du
Biſmuth en particulier : par M. l'abbé Poujet.





ÉLOGE DE M. GUETTARD.

JEAN-ÉTIENNE GUETTARD, Docteur-régent de la Faculté de Médecine, de l'Académie de Stokolm, des Sociétés de Botanique de Florence & de Basle, de la Société physiographique de Londres, pensionnaire de l'Académie des Sciences, naquit à Étampes le 22 Septembre 1715, de Jean Guettard & de Marie Descurain.

L'aïeul maternel de M. Guettard, étoit apothicaire à Étampes : aux travaux de son état, à des soins gratuits pour les pauvres de sa ville & des paroisses voisines, il joignoit des connoissances très-étendues dans la botanique qu'il cultivoit pour son propre bonheur, pour le plaisir d'observer & de s'instruire, sans aucune vue ni de gloire ni d'ambition littéraire, comme en un mot il seroit à désirer que les sciences d'observation fussent cultivées dans les provinces. Alors on verroit des hommes modestes animés par le seul besoin de s'occuper, rassembler de toutes parts, ces faits isolés, que le desir de se faire un nom auroit négligé de recueillir, & dont cependant la réunion est la seule base solide sur laquelle le génie puisse élever des théories précises & durables. Ainsi l'on doit regretter pour le progrès des sciences, comme pour le bien même des provinces, que les hommes éclairés y soient devenus si rares, & que la capitale appelle aujourd'hui tous les talens, pour en perfectionner un petit nombre en corrompant ou en étouffant tout le reste.

Le jeune Guettard attaché à son grand-père dès ses premières années, l'accompagna dans les promenades aussitôt bu'il put marcher, & ses promenades étoient de véritables herborisations. Ramasser des plantes, en demander les

noins , apprendre à les connoître , à en distinguer les différentes parties , à en saisir les caractères , tels furent les jeux de son enfance.

Son aïeul crut voir dans cette activité le germe d'un talent réel pour l'observation des plantes : on décida dans la famille qu'il ne falloit rien négliger pour l'encourager. Ainsi en même temps que la nature avoit formé M. Guettard pour les sciences , le hasard avoit tout disposé pour que l'on s'aperçut à temps de ses heureuses dispositions & du goût naissant qui indiquoit le genre pour lequel il étoit né.

Cette observation se présente sans cesse dans l'histoire des savans , & rien ne prouve mieux peut-être l'utilité d'une éducation publique , qui s'étendant à toutes les classes de la société offrit à tous les enfans , moins une instruction suivie , que ces premiers élémens de chaque science , utiles à tous les hommes , donnât en même temps le moyen de distinguer dans chaque individu les premières lueurs du talent , la première aurore du génie , fit passer sous les yeux de tous , les divers objets de nos connoissances , & fournit à ces goûts distincts , à ces dispositions particulières plus communes qu'on ne croit , une occasion certaine de naître & de se montrer.

Par ce moyen , aucun homme né pour avoir du génie , ne seroit perdu pour la société ; les talens deviendroient moins rares , animés par une concurrence plus grande & s'entraînant les uns les autres avec plus de force , leur nombre ne seroit pour eux qu'un moyen de plus de se perfectionner & de s'agrandir.

On destinoit M. Guettard à l'état d'apothicaire à Étampes ; c'étoit le vœu du respectable vieillard qui avoit veillé sur ses premières années. Etre utile à ses compatriotes ; répandre des secours sur des malheureux fixés près de lui , attachés au même sol ; pouvoir veiller sur le bien qu'il leur avoit fait & le perfectionner ; ajouter au plaisir de

de la bienfaisance celui d'en revoir souvent les objets ; jouir de cette considération que donnent les lumières & la vertu auprès des hommes simples qui ne les apprécient pas , mais les jugent par leurs effets ; être heureux par la bonté, le repos & l'étude : tel avoit été le sort de M. Descurain, & il n'en desiroit pas un autre pour son petit-fils.

Cependant lorsqu'il le vit au sortir de ses études, obtenir l'estime, les encouragemens de M.^{re} de Jussieu , de ces hommes dont lui-même se faisoit tant d'honneur d'être le correspondant & l'ami, il ne s'opposa point à la destinée plus brillante qui sembloit s'offrir à l'enfant dans lequel il s'étoit accoutumé à voir l'appui de sa vieillesse. Il sacrifia cette douce espérance au bonheur ou plutôt à la gloire de son petit-fils, & la consolation de recevoir ses soins au plaisir de jouir de ses succès.

M. de Réaumur avoit entrepris sur les sciences & sur les arts des travaux immenses auxquels il ne pouvoit suffire seul ; il cherchoit à s'attacher de jeunes gens dont les talens naissans avoient encore besoin d'appui : ils l'aideroient dans ses travaux , achevoient de s'instruire sous ses yeux , trouvoient dans ses livres , dans ses cabinets, dans son laboratoire , ces secours qui au milieu de tant d'institutions faites en faveur des sciences , manquent encore si souvent à la jeunesse laborieuse , mais pauvre & obscure. Enfin rendus à eux-mêmes au bout de quelques années , ils ne paroissent dans le monde qu'avec un nom déjà connu , & préservés par des liaisons utiles, des dangers dont l'entrée de la carrière des sciences est souvent semée. La plupart de ces élèves sont entrés ensuite dans l'Académie, & tous ont conservé pour M. de Réaumur , une reconnoissance tendre & durable qui prouve à la fois & qu'il les avoit bien choisis, & qu'il avoit su oublier avec eux jusqu'à l'espèce de supériorité que pouvoient lui donner son âge , ses longs travaux & une réputation confirmée. M. Brissot nous reste seul de ces élèves de M. de Réaumur. On aime dans les compagnies savantes à se rappeler ces filiations qui nous

Hist. 1786.

G

rendent plus chers les talens dont nous jouissons , en les unissant au souvenir de ceux que nous avons perdus.

En 1743 , M. Guettard entra dans l'Académie comme botaniste , & il nous reste à rendre compte de ses travaux qui , bornés d'abord à la botanique , s'étendirent ensuite à la minéralogie.

Les botanistes avoient reconnu dans plusieurs parties des plantes , & sur-tout dans leurs feuilles , des corps arrondis différens de grandeur & de forme , & destinés à remplir l'intervalle de leurs vaisseaux & de leurs fibres. Quelques-uns de ces corps sont terminés par des appendices auxquels on a donné le nom de filets ou de poils. Ces glandes contiennent une liqueur que dans plusieurs genres de plantes , elles laissent suinter & qui se montre tantôt comme une eau plus ou moins transparente , tantôt comme une substance concrète ou résineuse , ou sucrée.

Un examen plus approfondi de ces parties , fit apercevoir à M. Guettard , qu'elles pouvoient devenir un véritable caractère botanique , constant dans les plantes d'un même genre , & propre , par conséquent , à marquer les limites de certains genres , entre lesquels les botanistes n'avoient pu établir encore que des distinctions incertaines ; il vit même que ce caractère étoit du nombre de ceux dont l'identité établit entre les espèces des plantes , ces rapports multipliés qui indiquent un rapprochement naturel & indépendant des méthodes.

Ces recherches étoient du nombre de celles dont le mérite ne peut être senti que par les savans , qui paroissent inutiles ou minutieuses aux autres hommes , & dont on peut espérer tout au plus cette espèce de gloire que dans les genres où le public n'ose s'ériger en juge , il accorde sur la foi de ceux qu'il croit en droit de juger. Elles eurent le bonheur d'obtenir le suffrage de Linnæus. M. Guettard ne put y être insensible , mais il parut dans le reste de sa vie , presque indifférent sur le sort de ses autres ouvrages : content d'avoir une fois mérité l'estime de ce

grand homme, il crut en avoir fait assez pour sa gloire, & sembla ne plus travailler que pour le bien des sciences, sans aucun retour sur lui-même.

On a donné le nom de *parasites* à des plantes qui s'attachent à d'autres, se nourrissent de leur suc, & croissent à leurs dépens. M. Guettard, en étudiant ce que les botanistes avoient dit de ces plantes, vit que ce phénomène, tout commun, tout anciennement connu qu'il étoit, n'avoit jamais été examiné avec cette exactitude si essentielle dans des sciences de faits, où l'on ne peut regarder comme vraiment connu que ce qui l'est avec une précision rigoureuse.

M. Guettard distingua les parasites en trois classes : les unes croissent sur une plante étrangère, sans rien tirer de la terre, sur laquelle elles ne pourroient vivre ; les autres ont de véritables racines, doivent une partie de leur nourriture au sol sur lequel elles sont placées ; elles pourroient subsister sans le secours des autres plantes, & cependant elles cherchent à s'y unir pour y trouver à la fois un appui & une nourriture plus appropriée à leur constitution. Enfin, il y en a une troisième classe, que M. Guettard nomme *fausses parasites*, & qui, bien que placées sur les différentes parties d'une autre plante, & même y étant attachées, n'en tirent cependant aucune nourriture, & n'en ont besoin que pour s'élever. Mais c'étoit sur-tout l'organe par lequel les parasites de la seconde classe s'attachent à une plante, pénètrent dans sa substance, & en tirent leur nourriture, qu'il étoit important de connoître & de décrire.

Un parenchyme composé de glandes, est entouré dans l'intérieur des plantes parasites, par des faisceaux de fibres longitudinales ; lorsque la tige d'une de ces plantes se courbe sur la branche qui doit la nourrir, son écorce se brise ; des glandes semblables à celles du parenchyme, sortent par cette ouverture, s'étendent, forment un mamelon, au milieu duquel une production des fibres longitudinales devient une espèce de suçoir qui s'introduit dans l'écorce,

& jusqu'au bois de la branche nourricière, pour y pomper les suc^s destinés à alimenter la plante parasite.

Les végétaux ont une transpiration insensible comme les animaux; cette transpiration varie suivant les différentes espèces, & n'est pas, à beaucoup près, la même pour toutes les parties des plantes; quelquefois elle excède dans un seul jour le poids entier de la branche qui l'a fournie, elle est plus forte dans les jours qui suivent un temps pluvieux: la chaleur ne contribue point à l'augmenter, mais la présence & l'absence de la lumière l'accélèrent ou l'arrêtent. Cette influence de la lumière sur la transpiration, comme sur la couleur des végétaux, semble en indiquer une sur les êtres animés: jusqu'ici elle est moins connue, quoique plusieurs médecins aient paru l'observer. Les personnes d'une sensibilité délicate, ont cru l'éprouver quelquefois, & on étoit tenté souvent de la confondre avec l'effet moral des distractions, même involontaires, que produit le sens de la vue, & qui paroissent soulager nos maux, parce qu'elles nous les font oublier. Mais dans ce moment où l'opinion que la substance de la lumière peut se combiner avec les corps, & devenir un de leurs élémens, commence à être mise au rang des vérités chimiques, la réalité de cette influence de la lumière sur les corps animés est devenue plus probable, & elle offre à ceux qui voudroient en faire l'objet de leurs recherches, l'espérance doublement séduisante de parvenir à des résultats singuliers, & de trouver des vérités utiles.

M. Guettard eut encore ici le mérite de substituer dans la botanique une suite d'expériences précises, & capables d'éclairer sur un phénomène important de l'économie végétale, à de simples aperçus, dont on s'étoit contenté jusqu'à lui.

La botanique, qui avoit été la première passion de M. Guettard, parut, au bout de quelque temps, céder presque entièrement la place à la minéralogie. Connoître les élémens dont sont composées les substances minérales,

répandues sur la surface du globe ou enterrées dans son sein, à différentes profondeurs; apprendre à distinguer, d'après leur forme, ou des qualités extérieures faciles à saisir, les corps simples ou composés, formés par ces différentes substances; observer de quelle manière ces matières se trouvent disposées sur le globe, tantôt rassemblées en grandes masses, tantôt confondues entr'elles, mais suivant une loi régulière; savoir quels genres sont constamment réunis dans un même pays, quels autres sont constamment séparés; remonter de ces observations aux causes plus ou moins éloignées, qui ont formé les divers minéraux, aux moyens que la Nature a employés pour les produire, & de-là, s'élever enfin aux loix générales qui ont présidé à l'ordre, suivant lequel ils se présentent à nos regards, tel est l'objet de la science minéralogique.

On voit donc, qu'après la nomenclature des substances minérales, la géographie naturelle doit être la base de cette science. M. Guettard est le premier naturaliste qui ait senti & fait connoître la nécessité des cartes minéralogiques, qui ait osé concevoir l'ensemble de ce grand travail, & entreprendre d'en exécuter quelques parties; il forma le plan d'un Atlas minéralogique de la France, & même de l'Europe: des caractères chimiques devoient indiquer, à côté de chaque lieu, la nature des carrières ou des mines, en même-temps que d'autres signes faisoient connoître à laquelle des trois grandes divisions qu'il établissoit, & qu'il avoit nommées *bandes*, appartenoit chaque canton particulier. Des voyages successifs dans presque toutes les provinces de France, en Italie, en Allemagne, en Pologne, réunis à ce que des lectures immenses avoient pu apprendre à M. Guettard, l'ont mis à portée de publier un assez grand nombre de ces cartes, mais il avoit senti qu'il lui seroit impossible de terminer seul, même l'Atlas de la France. Témoin de l'ardeur que M. Lavoisier montrait pour les sciences, il l'avoit dès sa plus grande jeunesse associé à ce travail, pour lequel les

lumières d'un chimiste sont plus nécessaires, peut-être, que M. Guettard lui-même ne le pensoit: il y attachoit un grand prix, mais c'étoit pour desirer que son entreprise ne fût point abandonnée, plutôt que pour s'en assurer la gloire exclusive; une fois certain d'avoir un successeur, il sembla se reposer sur lui du soin de continuer l'ouvrage, & même de le perfectionner.

Il seroit à desirer qu'au lieu de la connoissance très-utile, mais vague encore, qui résulte de cartes ainsi construites, on trouvât soit par un usage de signes plus compliqués, soit par quelque autre méthode, le moyen de représenter non-seulement deux des substances qui appartiennent à un même lieu, mais la suite des substances principales qu'on y rencontre suivant l'ordre de profondeur où elles se trouvent; que des coupes habilement choisies & jointes à chaque carte indiquassent la disposition de ces substances entr'elles & missent à portée de saisir véritablement l'ensemble d'un pays & la constitution minéralogique. Un jour sans doute, de telles cartes seront exécutées pour toutes les parties du globe, & c'est alors seulement qu'on pourra déterminer les loix générales que la Nature a suivies dans la distribution des substances minérales. Pour remonter ensuite de ces loix à la connoissance des causes de cette distribution, & donner une théorie de la Terre, il restera encore un pas immense à franchir; mais pour le franchir avec succès, pour ne pas s'exposer à ne retirer de ses efforts d'autre fruit qu'une chute honteuse, il faut pouvoir s'aider de ces matériaux épars, de ces résultats minutieux d'une recherche pénible que M. Guettard s'occupoit à rassembler: & il a plus fait pour avancer la véritable théorie de la Terre sur laquelle il n'a jamais osé se permettre une seule conjecture, que les philosophes qui ont fatigué leur génie à imaginer ces brillantes hypothèses, fantôme d'un moment, que le jour de la vérité fait bientôt rentrer dans un néant éternel.

Les voyages de M. Guettard, & surtout le plan qu'il s'étoit

formé , non d'étudier les objets d'histoire naturelle que les recherches des savans avoient déjà indiqués à la curiosité des voyageurs , mais de tout voir , de tout examiner dans les pays qu'il parcouroit , furent pour lui l'occasion d'une découverte importante.

Il observa le premier en 1755 , que les montagnes d'Auvergne étoient des volcans éteints. Il alloit à Vichy avec M. de Malesherbes , autrefois son condisciple , depuis son ami. Un goût commun pour l'histoire naturelle , l'amour de la liberté , la franchise , l'oubli absolu de toute ambition , le même mépris pour toutes les chaînes dont l'usage accable l'homme de la société , avoient formé entr'eux une liaison intime que les différences d'opinions , de caractère , d'occupations n'avoient pu briser. A Moulins , M. Guettard remarque une borne formée d'une pierre noire , il croit la reconnoître pour une lave , & demande d'où vient cette pierre : on lui dit qu'elle vient de Volvic. *Volcani vicus*, s'écria-t-il sur le champ ; il continue sa route & aperçoit le sommet du Puy - de - Dome. « Je reconnois un volcan , dit-il ; tel est l'aspect du Vésuve , de l'Etna , du « pic de Ténériffe que j'ai vu gravés » (car jusqu'alors aucun volcan actuellement enflammé n'avoit frappé ses yeux). Déjà sûr de sa découverte , il détermine M. de Malesherbes à faire un voyage en Auvergne , monte avec lui sur le Puy - de - Dome & le Mont-d'or , reconnoît les cratères , les laves , les couches inclinées & parallèles que des matières fondues ont dû former , remarque encore d'autres volcans dans le Forès , & revient annoncer à Paris , que ces mêmes Gaules qui , suivant la superstition ancienne , étoient à l'abri des tremblemens de terre , avoient dans des temps plus reculés encore été couvertes de volcans. Bientôt après , d'autres savans ont observé dans des pays aujourd'hui aussi tranquilles , des traces non moins certaines de ces anciennes incendies. Ces éruptions effrayantes que l'on croyoit un fléau particulier à quelques points isolés , sont maintenant reconnues pour un des phénomènes les plus généraux du globe. Dans

tantôt la plus simple & la plus courte, tantôt celle qui est la plus générale & la plus directe, suivant que l'on veut ou résoudre des questions particulières, ou étendre & perfectionner le système général d'une partie de la science. Mais si on considère en lui-même l'ouvrage de M. l'abbé de Gua, il est impossible de le lire sans y reconnoître une tête forte, féconde en idées & en ressources. On y trouve des théories simples & générales, présentées d'une manière nouvelle, presque toujours étendues ou perfectionnées, enfin rendues plus piquantes par des rapprochemens singuliers & inattendus. Telle est l'analogie des branches infinies des courbes & de leurs points singuliers; analogie que l'examen de leur équation fait découvrir en détail, mais que M. l'abbé de Gua déduit d'une seule proposition qui donne en même temps la théorie générale de la projection des ombres. On a reproché à ce livre quelques erreurs, mais presque aucun des ouvrages composés sur le même objet par les hommes les plus célèbres, n'est exempt de ce reproche; & il est juste d'observer de plus que ce sont moins de véritables erreurs que de simples distractions qui, dans le nombre souvent très-grand des combinaisons possibles qu'il faut examiner successivement, en ont fait négliger quelques-unes.

Des recherches sur la géométrie des solides, présentées dans le même temps à l'Académie par M. l'abbé de Gua, renfermoient plusieurs propositions nouvelles & remarquables par l'élégance de leur énoncé ou la difficulté de les démontrer. Ces recherches alors restées manuscrites; forment la plus grande partie des mémoires qu'il a publiés depuis vers la fin de sa vie.

Le volume de 1741, contient deux de ses mémoires sur la manière de reconnoître la nature des racines des équations. Il examine dans le premier, la règle d'après laquelle Descartes détermine le nombre des racines positives ou négatives des équations, où elles sont toutes réelles. Cette règle contestée par plusieurs hommes célèbres

qui avoient mal entendu le sens de Descartes, n'avoit encore été démontrée par personne; M. l'abbé de Gua en donna une démonstration générale & rigoureuse, qui justifia Descartes. En lisant ce que cet illustre philosophe avoit dit dans sa Géométrie, on est étonné que le vrai sens de ces passages ait échappé à un homme tel que Fermat, quoique malheureusement l'injustice de Descartes envers son rival, en puisse donner une explication suffisante pour ceux qui connoissent un peu le cœur humain. On est plus surpris encore, lorsqu'on voit, après la réponse de Descartes à l'objection de Fermat, cette inculpation reparoitre pendant plus de quatre-vingts ans; tant, même en géométrie, une imputation injuste hasardée une fois, est difficile à détruire.

Le second mémoire de M. l'abbé de Gua, a pour objet de donner une règle qui apprenne à reconnoître dans une équation, le nombre des racines réelles ou imaginaires, & parmi les premières, celui des racines positives ou négatives. Mais dans la règle de Descartes, applicable aux seules équations où toutes les racines sont réelles, il suffit de connoître le signe des coefficients de tous les termes de l'équation. Dans celle de M. l'abbé de Gua, on a besoin de résoudre une équation d'un degré immédiatement inférieur, ou du moins de faire sur cette équation & sur des équations analogues de degrés toujours moins élevés, une suite d'opérations longues & compliquées.

Ce défaut tient peut-être à la nature de la question même, du moins nous ne sommes pas en droit de l'attribuer à la méthode qu'a suivie M. l'abbé de Gua, puisque aucun géomètre n'a pu jusqu'ici donner des règles plus simples. C'est en examinant la figure des courbes paraboliques, telle qu'on la déduit de la forme de leurs équations, que M. l'abbé de Gua est parvenu à trouver ces règles générales. Ces méthodes, où l'on emploie des considérations géométriques pour résoudre ou pour éclaircir des questions d'analyse, sont peut-être aujourd'hui trop

négligées par les géomètres. L'analyse algébrique & la géométrie sont deux instrumens différens, dont chacun peut avoir ses avantages & ses inconvéniens, qui peuvent se suppléer l'un à l'autre, s'aider mutuellement, se diriger ou le corriger réciproquement, & qu'il seroit utile de savoir manier avec une égale facilité.

On trouve à la tête du même mémoire une histoire de la théorie des équations, où l'auteur a réuni une grande érudition à une critique éclairée; il y venge encore Descartes de l'injustice de Wallis, qui semble n'avoir écrit son histoire de l'algèbre, que pour faire honneur à son compatriote Harriot, de toutes les découvertes de Viète & de Descartes.

Descartes, dont le sort fut d'avoir successivement pour détracteurs & pour partisans les gens à préjugés & les hommes éclairés, mérite que la reconnaissance de tous les savans, de tous les amis de l'humanité, veille éternellement sur sa gloire. C'est à son application de l'algèbre à la géométrie, à sa méthode de résoudre les problèmes par la recherche des formes analytiques auxquelles il faut ramener leurs équations, que nous devons la révolution qui s'est faite dans les mathématiques, & par une suite nécessaire, dans toutes les sciences naturelles. Si parmi les contemporains, d'autres géomètres ont eu un génie égal, aucun ne l'a signalé comme lui par des découvertes dont tous les siècles doivent sentir à jamais l'heureuse influence. Il faut donc savoir quelque gré à M. l'abbé de Gua, de son zèle pour la mémoire d'un de nos plus grands hommes; tant d'autres semblent ne rendre justice au génie qu'à proportion de la distance où la Nature l'a placé de leur pays & de leur siècle!

En 1745, M. l'abbé de Gua demanda & obtint le titre d'adjoînt-vétérân. Dans une discussion élevée à l'Académie entre lui & un de nos anciens confrères, il eut le malheur de montrer une vivacité que malgré la juste estime de la Compagnie pour ses talens & son caractère, elle ne put s'empêcher de désapprouver. Quelque temps après, il

se présenta pour une place d'Associé alors vacante ; un autre lui fut préféré , & par une délicatesse exagérée , sans doute , M. l'abbé de Gua crut devoir solliciter la vétéranee avec le titre dans lequel il lui paroissoit que ses confrères vouloient le confiner. Il lui en coûta pour relâcher ainsi les liens qui l'unissoient à un corps auquel il étoit attaché avec la force que son caractère donnoit à toutes ses affections , & cette espèce de séparation qui cependant n'étoit pas absolue , fut à la fois une perte pour les sciences & un malheur pour lui. Dominé par son imagination , un peu porté vers les opinions extraordinaires , il avoit besoin que les conseils de ses confrères empêchassent son talent de s'égarer , & l'obligeassent de suivre les routes où il pouvoit l'employer utilement pour sa gloire & pour le progrès des sciences.

Ce fut à peu-près vers le même temps , que les libraires qui avoient le privilège de la traduction de l'Encyclopédie angloise , s'adressèrent à lui pour présider à la correction de ce qui étoit défectueux dans l'ouvrage de Chambers , & aux additions que de nouvelles découvertes rendoient nécessaires. Il étoit difficile qu'il ne s'élevât des discussions fréquentes entre un savant qui n'envisageoit dans cet ouvrage qu'une entreprise utile au perfectionnement des connoissances humaines ou de l'instruction publique , & les libraires qui n'y voyoient qu'une affaire de commerce. M. l'abbé de Gua , que le malheur n'avoit rendu que plus facile à blesser & plus inflexible , se dégoûta bientôt , & abandonna ce travail de l'Encyclopédie. Mais , il avoit eu le temps d'en changer la forme ; ce n'étoit plus une simple traduction augmentée , c'étoit un ouvrage nouveau , entrepris sur un plan plus vaste. Au lieu d'un Dictionnaire élémentaire des parties des sciences les plus répandues , les plus usuelles , ouvrage utile en lui-même & qui nous manque , M. l'abbé de Gua entreprit de réunir dans un dépôt commun , tout ce qui formoit alors l'ensemble de nos connoissances. Il avoit su de plus

intéresser au succès de ce travail, & engager à y concourir plusieurs hommes célèbres dans les sciences & dans les lettres, M.^r de Fouchy, le-Roy, d'Aubenton, Louis, de Condillac, de Mably; enfin M.^r d'Alembert & Diderot, à qui depuis nous avons dû ce monument si honorable pour notre nation, & pour notre siècle. Si M. l'abbé de Gua n'a point eu de part au mérite de l'exécution, celui d'en avoir eu la première idée lui donne des droits à la reconnaissance des savans: ils connoissent toute l'utilité de cette espèce d'inventaire de nos connoissances, si propre à en faire sentir l'étendue & les bornes, les liaisons & les besoins; & ne sont point blessés des défauts que doit renfermer un ouvrage destiné par sa nature, à se perfectionner à chaque génération, & à paroître toujours très-imparfait aux hommes supérieurs dans chacune des parties qu'il embrasse.

Bientôt après, M. l'abbé de Gua s'occupa d'un projet non moins utile au progrès des sciences; projet exécuté depuis sur un plan moins étendu, en France & en Italie; c'est celui d'un recueil destiné à publier périodiquement tous les ouvrages que les savans auroient voulu y insérer, & que le rédacteur en auroit jugés dignes. Répandre plus promptement & sur un plus grand espace, toutes les découvertes, tous les essais, toutes les vues, toutes les observations; procurer à tous les savans l'avantage réservé aux membres des Académies, de pouvoir insérer leurs ouvrages dans un recueil connu de toutes les nations; offrir aux jeunes gens un moyen facile & prompt de se faire connoître, & souvent d'apprendre à se connoître eux-mêmes; établir dans l'empire des sciences, plus d'indépendance & d'égalité, en diminuant le besoin qu'ont ceux qui entrent dans la carrière, d'y paroître sous les auspices d'un nom déjà célèbre; tels étoient les avantages du projet de M. l'abbé de Gua. Mais il avoit placé la philosophie abstraite & l'économie politique au rang des sciences admises dans son recueil; il croyoit que toutes les connoissances humaines qui s'acquièrent par le raisonnement, le calcul & l'obser-

vation, perdent à être trop séparées, que c'est même de leur réunion qu'on doit attendre leurs progrès les plus étendus & les plus utiles. C'étoit le principe que Lëibnitz avoit suivi, lorsqu'il traça pour le premier roi de Prusse, le plan de l'Académie de Berlin; mais ce principe parut dangereux en France, même quarante ans après, & M. l'abbé de Gua qui tenoit à ses idées & qui avoit le malheur commun à tous les hommes de courage, d'avoir besoin d'être convaincu pour céder, aima mieux abandonner son projet que d'en retrancher des parties qui n'en étoient pas à ses yeux les moins importantes.

Dans le même temps, il avoit été obligé de faire quelques traductions pour suppléer à la modicité de sa fortune, & ce parti étoit sage. Il en est des ouvrages comme de beaucoup de places qui sont d'autant plus chèrement payées qu'elles exigent moins de talens, & la raison en est la même à quelques égards, c'est qu'elles ne procurent point d'autre récompense.

Nous ne parlerons que d'une seule de ces traductions, celle des dialogues d'Hilas & de Philonous, par l'évêque de Cloyne. L'objet de l'ouvrage est de prouver que les raisonnemens des philosophes sur l'existence de la nature des substances matérielles, sont vagues, souvent vides de sens; que le langage scientifique qu'ils y emploient, les conduit à des résultats inintelligibles ou contradictoires; qu'ils sont même à quelques égards moins avancés que le vulgaire, dont le langage grossier renferme moins d'équivoques; qu'enfin pour des êtres bornés à ne connoître immédiatement que leurs sensations & les idées qui en résultent, ce n'est pas l'existence des esprits, mais celle des corps qui est difficile à comprendre & à prouver. Si Berkley s'étoit contenté d'ajouter que notre conviction de l'existence & de la réalité des corps, ne peut être appuyée que sur la permanence que nous observons dans certains groupes de sensations, & la constante régularité des loix auxquelles sont assujettis les phénomènes successifs que ces groupes permanens nous

présentent, alors il eût presque autant étonné le vulgaire & n'eût pas blessé les oreilles des philosophes; mais quand il va jusqu'à dire qu'il ne peut exister de corps, quand il veut expliquer comment nos idées & nos sensations existent dans Dieu, comment nous les y voyons, & de quelle manière s'est opérée la création de l'univers matériel, alors si on le trouve encore quelquefois ingénieux & subtil, il est presque toujours chimérique & inintelligible.

Pour bien faire cette traduction, il ne suffisoit pas des qualités qu'on exige d'un traducteur ordinaire, il falloit être très-exercé dans toutes les subtilités de la métaphysique la plus abstraite: il falloit connoître toutes les fineses de la langue philosophique des deux idiomes, pour rendre facile la lecture d'un ouvrage où les raisonnemens les plus justes paroissent des sophismes, & où l'on est tenté de prendre pour des chimères, les vérités même qu'il renferme.

M. l'abbé de Gua fit graver à la tête du livre, une vignette très-ingénieuse. Un philosophe rit d'un enfant qui voyant son image dans un miroir, la prend pour un objet réel & cherche à la saisir, on lit au bas: *Quid rides! mutato nomine de te fabula narratur....* & le traducteur rend ainsi, par une seule image, un système métaphysique tout entier.

Jusqu'ici nous n'avons vu dans M. l'abbé de Gua qu'un philosophe occupé de projets & de travaux utiles, & un géomètre qui, dans un très-petit nombre d'ouvrages, a donné des preuves de ce talent original, si rare & si précieux pour les sciences, où il est souvent nécessaire qu'on ose s'éloigner des routes fréquentées. Il nous reste une tâche plus difficile à remplir, il nous faut parler de ses malheurs qu'il s'est attirés peut-être en partie, mais qu'il n'a point mérités, & qui n'ont montré en lui que des défauts dont on doit le plaindre, & des qualités qui doivent l'honorer.

Il s'imagina malheureusement, qu'en appliquant à des objets utiles au gouvernement, ses talens & les connois-

fances très-variées & très-étendues qu'il avoit acquises ; il pourroit, appuyé par une protection très-puissante que ses amis lui avoient procurée , s'avancer dans le chemin de la fortune, jusqu'à lors fermé pour lui.

Mais il fust de lire les Mémoires qui renferment les projets, pour voir combien l'art de réussir lui étoit étranger, & l'eût-il connu dans la théorie, il n'est pas vraisemblable qu'il eût jamais ni pu ni voulu le pratiquer ; il ne savoit ni tromper, ni paroître dupe, ni attendre, ni souffrir.

4 Son premier projet avoit pour but de perfectionner le travail par lequel on ramasse l'or mêlé au sable de plusieurs rivières de Languedoc & du pays de Foix ; de chercher, soit dans leur lit, soit dans les campagnes voisines, les dépôts les plus riches qu'elles peuvent avoir formés, ou la mine dont elles ont détaché l'or qu'elles entraînent depuis tant de siècles. Content de voir son projet adopté à moitié, oubliant qu'il ne devoit cette demi-réussite, ni à la conviction, ni à l'amitié du ministre, mais à la nécessité de paroître bien intentionné pour lui, il se chargea imprudemment d'un premier essai, n'eut point de succès, fit une chute de cheval, qui, après l'avoir rendu impotent plusieurs années, ne lui permit jamais de marcher qu'avec peine, & il n'obtint enfin que des reproches pour récompense de son zèle & pour dédommagement de son malheur.

Un projet qu'il fit ensuite sur les emprunts en général, & en particulier sur les emprunts par loteries, n'eut pas un succès plus heureux : il ignoroit combien il trouveroit d'hommes intéressés à écarter un géomètre connu pour avoir de la probité & du courage. Comment se donner devant lui la réputation de grand calculateur, quand on possède, pour toute science, la routine de l'arithmétique ? comment espérer de lui cacher cette adresse perfide qui fait, en trompant à la fois les pontes & les banquiers, réserver pour l'inventeur du jeu un avantage secret d'argent ou de crédit ?

D'ailleurs,

D'ailleurs, M. l'abbé de Gua, incapable de dire ce qu'il ne pensoit point, & fidèle aux devoirs d'un citoyen, commençoit tous les Mémoires sur les loteries, par avouer qu'elles sont un jeu de hasard auquel on fait jouer à la fois une nation entière, & un impôt déguisé; impôt d'autant plus onéreux, qu'on doit le regarder comme égal, non au profit de la loterie, mais aux pertes réelles qu'elle fait essuyer aux joueurs.

Sans doute quelques-uns d'entr'eux se retirent du jeu avec plus ou moins de gain, mais ce profit ne doit pas plus entrer en compensation des pertes, que les frais de perception d'un autre subside, qui sont aussi un profit pour les hommes chargés de le lever. Une loterie est donc un de ces impôts pour lesquels la nation paye beaucoup, & qui ne font entrer dans le trésor public qu'une foible partie de ce qu'elle a payé.

Ce qui rend plus singulier peut-être le goût de M. l'abbé de Gua pour les loteries, & peut l'excuser en quelque sorte d'en avoir proposé une, c'est qu'elles lui avoient fait beaucoup de mal.

Étant jeune, il y avoit gagné une somme assez considérable, & dans une circonstance où il avoit tenté cette ressource, uniquement parce qu'elle étoit la seule qui lui restât pour éviter le malheur de retourner dans sa province, & d'abandonner la capitale; il y mit ensuite par reconnaissance, imagina bientôt qu'il seroit possible de jouer ce jeu avec avantage, d'après l'observation de causes d'inégalité réelles, mais trop foibles pour que l'on puisse en déterminer l'influence, ou en profiter, & finit par y perdre beaucoup.

Ce n'est pas la seule fois qu'il ait abusé, & toujours à son désavantage, de l'opinion, d'ailleurs très-fondée, qu'il est possible, d'après l'observation des faits passés, d'y laisser une loi, & de prévoir les événemens futurs, avec quelque probabilité: il lui arriva de donner des conjectures sur quelques phénomènes météorologiques, presque pour

Hist. 1786.

K

des prédictions ; elles manquèrent , & l'opinion exerça contre lui une sévérité très-rigoureuse. Nous avons vu depuis le même public pardonner à leurs enthousiastes , des chimères qui étoient bien éloignées d'avoir un fondement aussi réel , & dont ils n'avoient pas même le foible mérite d'être les inventeurs ; mais ce n'est jamais pour les fautes des hommes d'un talent réel , que l'opinion fait avoir de l'indulgence.

Livré à de vaines espérances , M. l'abbé de Gua s'occupoit peu du soin de ménager une fortune très-moderne , & un procès absorboit encore la plus grande partie de son revenu. Frappé de l'idée qu'il avoit eslué une injustice dans le partage des biens d'un de ses frères , il voulut en poursuivre la réparation , & ce sentiment l'emporta sur son véritable intérêt. Pouvoit-il en effet se dissimuler que par un malheur commun à plusieurs nations , & même aux nations de l'Europe les plus éclairées , il en coûte pour défendre ou recouvrer une propriété d'une valeur médiocre , plus qu'il n'en coûteroit pour l'acheter ; que pour suivre un procès sans se ruiner , il faut être en état de se passer de l'objet qu'on réclame ; qu'un homme d'esprit , accoutumé à la discussion , capable d'un travail opiniâtre & continu , ne parvient qu'avec peine à entendre la loi qui doit le juger , & n'est pas sûr encore que ses juges voudront l'entendre de même ; qu'enfin , dans presque toutes les affaires , les deux parties gagneroient à sacrifier chacune la moitié de ses prétentions : aussi son expérience le força-t-elle bientôt d'avouer que des loix obscures & des formes compliquées , sont un impôt un peu moins volontaire & beaucoup plus onéreux que les loteries.

Cependant , au milieu de ses malheurs , il vit s'élever quelques jours sereins : en 1783 , quoique vétéran depuis trente-sept ans , l'Académie le choisit comme un des trois sujets qu'elle présente pour les places de pensionnaires ; cette marque d'estime qu'il reçut d'une compagnie qui

lui étoit toujours chère, fut pour lui un des événemens les plus heureux de sa vie.

Il reprit en un instant, malgré son âge & ses infirmités, son assiduité à nos assemblées, son ardeur pour la géométrie, son zèle pour les fonctions académiques; cette sensibilité, si touchante dans un vieillard que ses talens & sa pauvreté rendoient respectable, eut sa récompense.

Lorsqu'en 1785, le Roi créa deux nouvelles classes dans l'Académie, M. l'abbé de Gua fut pensionnaire dans celle d'histoire naturelle, science qu'il avoit long-temps cultivée: mais il ne jouit pas long-temps de cet avantage; chaque hiver il voyoit, depuis plusieurs années, ses forces s'affoiblir, & ses infirmités s'augmenter; enfin, le 2 Juin de cette année, une maladie assez longue termina ses souffrances & ses malheurs. C'est au milieu de l'Académie, où il s'étoit fait porter malgré sa foiblesse, qu'il ressentit les premières atteintes de cette maladie, & pendant toute sa durée, le seul sentiment qui l'occupât dans les momens d'espérance, étoit le desir de se retrouver au milieu de nous.

Il a institué pour son héritier M. l'abbé Martin, professeur de mathématiques à Toulouse, & connu par un ouvrage élémentaire très-estimable.

M. l'abbé de Gua avoit dans l'esprit plus de force que de flexibilité, plus d'originalité que de rectitude; il préféroit dans ses opinions ce qui étoit singulier, dans ses travaux ce qui s'écartoit des routes battues; il aimoit par goût tout ce qui exigeoit des efforts & de la patience, tout ce qui offroit des difficultés; il portoit même ce goût jusqu'à s'amuser dans ses délassemens à faire des anagrammes très-compiquées, & une fois pour répondre à un défi, il composa un poëme assez long, en vers d'une seule syllabe. Sa conversation étoit plus piquante qu'agréable; il aimoit mieux discuter que causer, & il ne pouvoit plaire qu'à ceux dont l'esprit n'étoit ni fatigué par des raisonnemens subtils, ni rebuté par des idées extraordinaires. Son caractère

étoit franc, incapable de plier ou de souffrir l'ombre d'une injure ; aisé à blesser, & difficile peut-être dans le commerce de la vie, il étoit capable d'une amitié vraie, courageuse, inébranlable. Ses malheurs n'avoient fait que donner à son ame plus d'élévation & de fierté ; il falloit, pour qu'il permit de lui témoigner de l'intérêt, qu'il fût sûr qu'un sentiment d'estime en étoit le principe : ses amis n'osoient, même à l'aide des déguisemens que l'amitié fait inventer, essayer de lui rendre des services, dont, à la honte de ceux qui peuvent les offrir, les infortunés qui les reçoivent sont souvent excusables d'être humiliés ; mais sa fierté n'étoit point de l'aigreur, sa pauvreté ne lui donnoit pas même l'idée de trouver injuste que d'autres qui avoient moins de droits, vissent les grâces où il auroit pu prétendre, s'accumuler sur leur tête ; l'envie & la plainte étoient au-dessous de lui. Il avoit quelquefois exposé aux gens en place ses besoins & ses titres avec franchise, mais sans jamais chercher à émouvoir leur sensibilité sur son infortune. Enfin s'il a été un exemple du danger que courent les savans, en se livrant à de vaines idées de richesses & de projets politiques, il a mérité en même temps d'être un modèle pour les hommes qui, nés avec de l'élévation & du courage, ont à supporter la pauvreté & l'abandon ; il souffrit avec résignation & avec noblesse, qualités qu'il est rare de réunir, parce que la résignation est difficile aux ames fortes & sensibles.



MÉMOIRES



M É M O I R E S
D E
M A T H É M A T I Q U E
E T
D E P H Y S I Q U E,
T I R É S D E S R E G I S T R E S
de l'Académie Royale des Sciences.
Année M. DCCLXXXVI.



D E S C R I P T I O N
D'UN NOUVEAU GENRE DE PLANTE.

Par M. FOUGEROUX DE BONDAROT.

LA plante que je vais décrire est originaire de la Louisiane; il me semble qu'aucun auteur botaniste n'en a parlé, elle mérite cependant, par la beauté de la forme de sa fleur, le mélange & la vivacité de ses couleurs tranchées, d'être connue & multipliée.

Cette plante annuelle s'élève aisément dans notre climat, & elle y porte beaucoup de fleurs qui se succèdent depuis
Mém. 1786. A

2 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE

la mi-Juillet jusqu'à la fin d'Octobre ou même au-delà; & ses premières graines mûrissent assez pour reproduire l'espèce.

Si par la culture on peut obtenir cette plante double, elle effacera la fleur de l'espèce d'aster, que M. Bernard de Jussieu a procurée par des graines qu'il avoit reçues de la Chine, & qui, maintenant si connue sous le nom de *reine-marguerite*, fait l'ornement des jardins & des parterres en automne.

Cette plante est dans la classe des composés de Tournefort, & rentre dans celle des divisions de la syngénésie que Linné a nommée *syngenesia, polygamia, frustranea*.

Description & caractère de la Fleur.

Calice. LE calice commun est formé de deux rangs d'écaillés longues, pointues, non dentelées, & de couleur verte. Il y en a douze environ dans chaque rang; les unes s'élèvent & entourent la fleur, d'autres se rabattent sur le péduncule.

Corolle. La fleur est radiée & à rayons; des demi-fleurons neutres forment le bord ou rayon; le centre de la fleur est occupé par des fleurons hermaphrodites fertiles, & des fleurons femelles stériles, qui forment un disque arrondi de six à neuf lignes d'élévation. Les fleurons hermaphrodites & les fleurons femelles ont un calice particulier qui couronne l'ovaire, & est composé de cinq folioles lancéolées, très-aiguës, terminées par un filet; ce calice est persistant & recouvre presque entièrement la corolle. Celle-ci est un fleuron tubuleux qui, par son extrémité, s'évase en entonnoir; son limbe est divisé en cinq parties. *Planche II; fig. 10, 11 & 12.*

La corolle des fleurons femelles a la même forme que la corolle des fleurons hermaphrodites; le tube de la dernière est seulement un peu plus délié.

Dans le fleuron hermaphrodite se trouvent cinq courts

filamens qui portent des anthères ovales & terminées par deux pointes comme un fuseau : ces anthères sont réunies en un petit cylindre au travers duquel passe le style , *fig. 15, 16 & 17.*

Dans les fleurons hermaphrodites, le germe est turbiné, anguleux, & représente en quelque sorte un volant. Le style est délié & de la longueur de la corolle. Le stigmate divisé en deux parties qui s'écartent, excède un peu la corolle. *Fig. 13 & 18.*

Dans les fleurons femelles stériles, le germe est très-petit; on ne voit point de style & point de stigmate.

Il n'y a dans les fleurs hermaphrodites qu'une semence, & elle est placée sous la corolle; cette graine a quatre angles, est pointue par son extrémité inférieure, mais obtuse & aplatie par l'autre; elle est surmontée de cinq ou six écailles terminées en filets, & qui forment l'aigrette. *Fig. 19, 20, 21, 22 & 23.*

On ne trouve pas de semence dans les fleurs femelles. Les demi-fleurons qui sont à la circonférence, sont plus longs que le calice commun, & s'étendent en rayons autour de la masse commune. *Planche II, fig. 3, 6 & 7.*

L'extrémité de ces demi-fleurons est dentée très-profondément en trois échancrures. *Fig. 3.*

Toute la partie, depuis l'attache des fleurons jusqu'aux dentelures, est colorée en dedans & en dehors d'un rouge vif, & depuis la pointe des dentelures d'un jaune citron : ces demi-fleurons tombent.

Le réceptacle commun est convexe, chargé de poils roides & cétacés. *Fig. 4 & 8.*

Les fleurons hermaphrodites & femelles sont posés sur ce réceptacle commun. *Fig. 4 & 8.*

La fleur est soutenue par un très-long péduncule, & termine le rameau. *Planche I, fig. 1.*

On voit, par cette description, que ce genre se rapproche, sur-tout par la disposition de son calice commun, du *radbeckia* de Linné, qui est l'*obeliscotheca* de Vaillant; mais

4 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE

les semences, au lieu d'être plates & garnies d'une membrane à quatre dentelures comme dans les *rudbeckia*, sont surmontées d'écailles à filets comme dans les *heliantus* de Linné, genre dont la plante s'éloigne par la disposition de son calice.

Ainsi, puisqu'elle diffère de l'un & de l'autre de ces genres, nous croyons qu'elle doit en former un particulier.

Les feuilles de cette plante sont simples; celles du bas de la tige sont dentelées profondément & inégalement, longues de trois pouces & demi; elles ont, dans leur plus grande largeur, quatorze lignes, tandis que celles des rameaux qui portent les fleurs, sont peu ou point dentelées, & seulement longues de onze lignes sur cinq lignes de largeur. *Pl. I.^{re}, fig. 2 & 3; & Pl. II, fig. 9.*

La plante porte des feuilles de trois différentes formes & grandeurs; les plus grandes sont sur la principale tige, & dentelées très-profondément; au-dessus de celles-ci & sur les rameaux, il y en a qui sont également dentelées, mais moins longues: les rameaux qui supportent les fleurs ont les feuilles les plus petites, épaisses, sans dentelures, un peu velues, & divisées seulement par une nervure longitudinale, assez relevée en dehors & profonde en dedans; le péduncule de la feuille entoure la moitié de la tige & y adhère fortement.

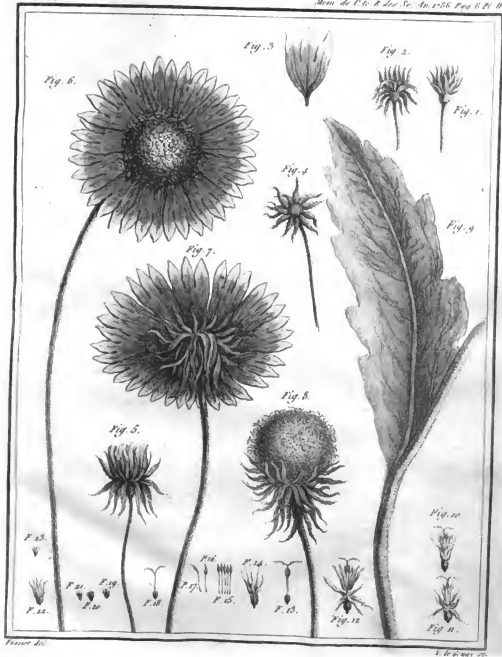
Les feuilles séminales sont alongées & presque point dentelées; toute la plante est couverte d'un duvet; la tige se soutient droite, & croît à la hauteur d'un pied & demi à deux pieds.

Chaque rameau & chaque division de rameau sont terminés par un bouton à fleur; ces boutons grossissent & s'épanouissent successivement, de sorte que, ainsi que je l'ai dit, cette belle plante est garnie de fleurs depuis la mi-Juillet jusqu'au mois d'Octobre ou de Décembre, si on la garantit des gelées. *Pl. I, fig. 1.*

La couleur vive & coupée de rouge & de jaune de ces









fleurs qui ont de vingt-six à vingt-huit lignes de diamètre, donne un éclat singulier à toute la plante. *Pl. II, fig. 6 & 7.*

Nous devons cette plante à M. le comte d'Essalles, chevalier de Saint-Louis, qui en a rapporté les graines de la Louisiane; nous l'avons eue des semences recueillies en France, & que nous multiplions depuis deux ans.

Nous la nommerons *gaillardia* (*pulchella*) *foliis alternis lanceolatis semi-amplexantibus, floribus subsolitariis terminatibus purpureo-flavis* (act. R. Par.), du nom de M. Gaillard de Charentonneau, qui, aux devoirs de la Magistrature, a su réunir, comme délassement, la culture des plantes & l'étude de la botanique.

EXPLICATION DES FIGURES.

PLANCHE I.

Figure 1. Une branche de la plante garnie de rameaux qui portent des fleurs; les feuilles du bas de la tige & celles de la partie élevée des rameaux: l'ensemble dans une proportion bien moindre que nature.

A. a. a. Fleurs vues en face.

b. b. Fleurs vues en-dessous.

c. c. Boutons à fleurs.

d. d. La tête ou masse des fleurons.

e. La partie de la tige où se trouvent les plus grandes feuilles.

Figure 2. Feuilles moyennes de grandeur naturelle.

Figure 3. Feuilles de la partie supérieure de la plante, aux aisselles desquelles poussent les rameaux qui portent des fleurs.

PLANCHE II.

Figure 1. Le bouton vu de profil avant que les écailles se soient écartées; elles surmontent le renflement qui supportera les corolles des fleurs composées.

Figure 2. Ce même bouton vu dans une autre position, & les écailles commençant à prendre une différente direction.

6 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE

Figure 3. Pétale ou demi-fleuron, formant les rayons de la circonférence de la fleur, & vu séparément.

Figure 4. Le calice commun vu de face, & dépouillé des fleurons & des demi-fleurons, qui laissent à nu leur placenta commun.

Figure 5. Le calice avec les demi-fleurons de la circonférence, qui commencent à se colorer.

Figure 6. La fleur, vue de face.

Figure 7. La fleur vue en-dessous avec son calice.

Figure 8. Monceau de fleurons hermaphrodites, & de fleurons femelles.

Figure 9. Forme & figure des grandes feuilles d'en-bas.

Figure 10. Fleuron hermaphrodite, au bas est l'ovaire surmonté d'un calice particulier, à cinq découpures profondes, & d'une corolle en tube élargi à son ouverture, dans l'intérieur de laquelle on voit cinq étamines qui entourent le style surmonté de ses deux stigmates.

Figure 11. Même fleuron, dont les divisions du calice particulier sont rabattues, pour mieux voir la corolle.

Figure 12. Même fleuron, où l'on voit la corolle à cinq divisions, ainsi que les cinq étamines qui environnent le style.

Figure 13. L'ovaire sur lequel sont implantés les cinq filets des étamines qui sont réunies, & forment une gaine au milieu de laquelle se trouve le style, qui se divise en deux stigmates.

Figure 14. L'ovaire surmonté de cinq aigrettes.

Figure 15. Étamines réunies.

Figure 16. Étamine seule.

Figure 17. Étamine vue de profil.

Figure 18. L'ovaire avec le style & ses deux stigmates.

Figure 19. Ovaire seul, la semence ou graine.

Figure 20. Ovaire seul, dont l'amande est enlevée.

Figure 21. L'amande seule.

Figure 22. La semence en maturité, de couleur brune, surmontée de quatre aigrettes rangées sur la graine, comme les plumes d'un volant & de couleur blanche.

Figure 23. La graine seule.



M É M O I R E

SUR LA MANIÈRE

DE DISTINGUER LES MAXIMA DES MINIMA

dans le Calcul des Variations.

Par M. LEGENDRE.

DANS la plupart des problèmes qui dépendent du calcul des variations, la nature de la question indique assez si elle est susceptible d'un *maximum* ou d'un *minimum*, & si on a obtenu l'un plutôt que l'autre. Mais il est des cas où cette distinction n'est pas aussi facile, & c'est principalement, lorsque la question n'admet point de *maximum* ni de *minimum* absolu, comme on le voit dans les courbes qui serpentent plusieurs fois le long de leur axe, & qui ont cependant des ordonnées depuis zéro jusqu'à l'infini.

J'ai donc pensé que la recherche d'un caractère propre à distinguer les *maxima* des *minima*, pouvoit servir de complément au calcul des variations, & n'étoit pas dépourvue d'utilité dans les applications de ce calcul. La méthode que j'ai suivie pour cet objet, est analogue à celle qu'on emploie communément pour les quantités algébriques : les résultats en sont également simples; mais il est moins facile d'y parvenir. On sera même étonné du nombre d'équations différentielles qu'on auroit à résoudre, dans des cas d'ailleurs peu compliqués; mais il faut observer qu'alors la question ne roule que sur la possibilité de ces équations, & non sur leur solution effective.

J'exposerai cette méthode dans quelques cas généraux, j'en ferai ensuite l'application à des exemples très-connus, qui m'ont paru susceptibles de plusieurs remarques particulières.

Pour considérer d'abord un cas très-simple, prenons la formule $\int v \, dx$, dans laquelle v soit fonction de x , y & $\frac{dy}{dx}$ que j'appellerai p ; supposons $\delta x = 0$, en sorte que la variation ne tombe que sur y & ses différences; on aura à l'ordinaire

$$\begin{aligned} \delta \int v \, dx &= \int dx \, \delta v = \int dx * \left(\frac{\partial v}{\partial y} \delta y + \frac{\partial v}{\partial p} \delta p \right) \\ &= \int dx \left(\frac{\partial v}{\partial y} \delta y + \frac{\partial v}{\partial p} \cdot \frac{d \delta y}{dx} \right) \\ &= \frac{\partial v}{\partial p} \delta y + \text{const.} + \int dx \, \delta y \\ &\quad \left[\frac{\partial v}{\partial y} - \frac{1}{dx} d \left(\frac{\partial v}{\partial p} \right) \right]. \end{aligned}$$

Représentons par $\left(\frac{\partial v}{\partial p} \delta y \right)^0$ & $\left(\frac{\partial v}{\partial p} \delta y \right)^1$, les valeurs de $\frac{\partial v}{\partial p} \delta y$ au commencement & à la fin de l'intégrale, nous aurons

$$\begin{aligned} \delta \int v \, dx &= \left(\frac{\partial v}{\partial p} \delta y \right)^1 - \left(\frac{\partial v}{\partial p} \delta y \right)^0 \\ &\quad + \int dx \, \delta y \left[\frac{\partial v}{\partial y} - \frac{1}{dx} d \left(\frac{\partial v}{\partial p} \right) \right]; \end{aligned}$$

l'intégrale qui reste à évaluer dans cette formule devant avoir les mêmes limites que l'intégrale proposée $\int v \, dx$.

* Pour éviter toute ambiguïté, je représenterai par $\frac{\partial v}{\partial x}$ le coefficient de dx dans la différence de v , & par $\frac{dv}{dx}$ la différence complète de v divisée par dx .

Maintenant,

Maintenant, si la quantité $\int v dx$ doit être un *maximum* ou un *minimum*, il faudra qu'on ait

$$\frac{\partial v}{\partial y} dx - d\left(\frac{\partial v}{\partial p}\right) = 0 \dots (a),$$

$$\left(\frac{\partial v}{\partial p} dy\right)' - \left(\frac{\partial v}{\partial p} dy\right)'' = 0:$$

l'équation (a) est celle de la courbe demandée; l'autre indique des relations nécessaires aux limites de l'intégrale. Il s'agit ensuite de savoir lequel du *maximum* ou du *minimum* a lieu en vertu de l'équation (a).

Pour cela, il faut admettre dans $\int v dx$ les termes où δy & δp ont deux dimensions; la totalité de ces termes pourra s'appeler *variation du second ordre*; elle sera égale à $\delta \int v dx$, puisque la variation du premier ordre s'est réduite à zéro. Or on sait, par l'extension du théorème de Taylor, que si, dans une quantité v , fonction de y & p , on substitue au lieu de ces variables $y + \delta y$ & $p + \delta p$, la fonction v devient

$$v + \frac{\partial v}{\partial y} \delta y + \frac{\partial v}{\partial p} \delta p + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \cdot \delta y^2 + \frac{\partial^2 v}{\partial y \partial p} \cdot 2 \delta y \delta p$$

$$+ \frac{\partial^2 v}{\partial p^2} \cdot \delta p^2 + \frac{\partial^3 v}{\partial y^3} \cdot \delta y^3 + \frac{\partial^3 v}{\partial y^2 \partial p} \cdot 3 \delta y^2 \delta p$$

$$+ \frac{\partial^3 v}{\partial y \partial p^2} \cdot 3 \delta y \delta p^2 + \frac{\partial^3 v}{\partial y^3} \cdot \delta p^3 + \&c.$$

& comme nous n'avons besoin que des quantités du second ordre, nous aurons simplement

$$\delta \int v dx = \int dx \left(\frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \cdot \delta y^2 + \frac{\partial^2 v}{\partial y \partial p} \cdot 2 \delta y \delta p + \frac{\partial^2 v}{\partial p^2} \cdot \delta p^2 \right)$$

Pour abrégér, représentons cette quantité ainsi,

$$\int dx (P \delta y^2 + 2 Q \delta y \delta p + R \delta p^2);$$

& observons que la partie dégagée du signe ne peut avoir que la forme $\alpha \delta y^2$, dont la différentielle est

$$d\alpha \delta y^2 + 2\alpha dx \delta y \delta p;$$

Mém. 1786.

B

on aura donc

$$\delta \int y \, dx = \text{const.} - \alpha \delta y^2 + \int dx [(P + \frac{d\alpha}{dx}) \delta y^2 + 2(Q + \alpha) \delta y \delta p + R \delta p^2].$$

On peut prendre α à volonté; prenons-le de manière que la quantité sous le signe ait deux facteurs égaux, on aura pour déterminer α , l'équation,

$$(P + \frac{d\alpha}{dx}) R = (Q + \alpha)^2 \dots \dots (b);$$

& représentant, comme ci-dessus, les valeurs de $\alpha \delta y^2$ dans les deux limites de l'intégrale, par $(\alpha \delta y^2)^0$ & $(\alpha \delta y^2)'$, on aura

$$\delta \int y \, dx = (\alpha \delta y^2)^0 - (\alpha \delta y^2)' + \int R \, dx (\delta p + \frac{Q + \alpha}{R} \delta y)^2;$$

la constante arbitraire que fournira l'équation (b), permettra toujours de faire en sorte que

$$(\alpha \delta y^2)^0 - (\alpha \delta y^2)',$$

soit ou zéro ou du même signe que R ; donc $\delta \int y \, dx$ sera du même signe que R , ou que $\frac{\partial^2 y}{\partial p^2}$.

Il suit de-là, qu'en vertu de l'équation (a), la quantité $\int y \, dx$ sera un *maximum*, si le coefficient $\frac{\partial^2 y}{\partial p^2}$ est négatif, & un *minimum*, s'il est positif.

Cette règle est, comme on voit, d'un usage très-facile; il ne s'agit que d'examiner le signe du coefficient $\frac{\partial^2 y}{\partial p^2}$ en tenant compte, s'il est nécessaire, de la relation des variables donnée par l'équation (a). Je ne parlerai pas du cas où $\frac{\partial^2 y}{\partial p^2}$ seroit zéro; il est fort simple, & peut se ramener au cas où y ne contiendrait que x & y .

(II.)

Supposons maintenant, qu'en faisant $dy = p dx$, $dp = q dx$, la quantité v soit une fonction que l'on que de x, y, p, q , de sorte que v renferme implicitement des différences du second ordre; si on demande que la formule $\int v dx$ soit un *maximum* ou un *minimum*, δx étant toujours nul, on procédera au calcul de la manière accoutumée, & on aura l'équation connue

$$0 = \frac{\partial v}{\partial y} - \frac{1}{dx} d\left(\frac{\partial v}{\partial p}\right) + \frac{1}{dx^2} dd\left(\frac{\partial v}{\partial q}\right) \dots (c)$$

on aura aussi une équation aux limites de l'intégrale que j'ometts pour plus de brièveté. Voyons maintenant si l'équation (c) indique un *maximum* ou un *minimum*.

La variation du premier ordre étant nulle, j'ai recours à celle du second, qui donne,

$$\delta \int v dx = \int dx \left\{ \begin{aligned} & \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \cdot \delta y^2 + \frac{\partial^2 v}{\partial y \partial p} \cdot 2 \delta y \delta p \\ & + \frac{\partial^2 v}{\partial p^2} \cdot \delta p^2 + \frac{\partial^2 v}{\partial y \partial q} \cdot 2 \delta y \delta q \\ & + \frac{\partial^2 v}{\partial p \partial q} \cdot 2 \delta p \delta q + \frac{\partial^2 v}{\partial q^2} \cdot \delta q^2 \end{aligned} \right\}$$

Je représente la quantité sous le signe par

$$\left. \begin{aligned} & dx (M \delta y^2 + 2N \delta y \delta p + Q \delta p^2 \\ & + 2P \delta y \delta q + 2R \delta p \delta q \\ & + S \delta q^2) \end{aligned} \right\};$$

& comme la différentielle de $a \delta y^2 + 2C \delta y \delta p + \gamma \delta p^2$ est

$$\begin{aligned} & d a \delta y^2 + 2 d C \delta y \delta p + d \gamma \delta p^2 \\ & + 2 a dx \delta y \delta p + 2 C dx \delta p^2 \\ & + 2 C dx \delta y \delta q + 2 \gamma dx \delta p \delta q; \end{aligned}$$

B ij

on aura

$$\delta \int y dx = (a \delta y^2 + 2 \mathcal{C} \delta y \delta p + \gamma \delta p^2)^0 - (a \delta y^2 + 2 \mathcal{C} \delta y \delta p + \gamma \delta p^2)^1 \\ + \int dx \left\{ (M + \frac{da}{dx}) \delta y^2 + 2 (N + a + \frac{d\mathcal{C}}{dx}) \delta y \delta p + 2 (P + \mathcal{C}) \delta y \delta q \right. \\ \left. + (Q + 2 \mathcal{C} + \frac{d\gamma}{dx}) \delta p^2 + 2 (R + \gamma) \delta p \delta q + S \delta q^2 \right\}.$$

Soit maintenant la quantité qui reste sous le signe $= \int dx$
 $(\delta q + \mu \delta p + \lambda \delta y)^2$, on aura ces cinq équations

$$S \mu = R + \gamma,$$

$$S \lambda = P + \mathcal{C},$$

$$S \mu^2 = Q + 2 \mathcal{C} + \frac{d\gamma}{dx},$$

$$S \mu \lambda = N + a + \frac{d\mathcal{C}}{dx},$$

$$S \lambda^2 = M + \frac{da}{dx};$$

il est facile de voir que l'équation qui déterminera chacune des quantités $a, \mathcal{C}, \gamma, \mu, \lambda$, sera du troisième ordre; mais il suffit d'en connoître une, & les autres s'en déduisent immédiatement. On voit en même-temps qu'on aura trois constantes arbitraires, avec lesquelles il sera facile de faire en sorte que la quantité

$$(a \delta y^2 + 2 \mathcal{C} \delta y \delta p + \gamma \delta p^2)^0 \\ - (a \delta y^2 + 2 \mathcal{C} \delta y \delta p + \gamma \delta p^2)^1,$$

soit ou zéro ou du même signe que S .

Donc l'intégrale $\int y dx$ sera un maximum, si le coefficient $\frac{\partial \delta y}{\partial q}$ est négatif, & un minimum s'il est positif. Pour déterminer ce signe, on pourra faire usage de la relation des variables, tirée de l'équation (c).

(III).

IL est facile de généraliser ce résultat, & d'en conclure que, si n est la dernière des quantités $p, q, r, \&c.$ comprises dans v , la quantité $\int v dx$ sera un *maximum* si $\frac{\partial^2 v}{\partial x^2}$ est négatif, & un *minimum* s'il est positif. En effet, si m est le nombre des quantités $p, q, r, \dots u$, ou le degré de différences contenu dans v , en procédant comme dans les deux exemples précédens, on verra que le nombre des coefficients indéterminés hors du signe, est $\frac{m(m+1)}{2}$; que le nombre des coefficients indéterminés compris dans le carré sous le signe, est m , & que la variation du second ordre de v contient le nombre de termes $\frac{(m+1)(m+2)}{2}$; on aura donc autant d'équations que d'inconnues, puisque $\frac{m(m+1)}{2} + m = \frac{(m+1)(m+2)}{2} - 1$; d'ailleurs, il n'est pas à craindre qu'aucune de ces équations soit une suite des autres ou incompatible avec elles, puisque chaque équation contient une lettre qui n'est point dans les autres.

Tout cela suppose que Δx est zéro, & qu'on n'a égard qu'à la variation de y & de ses différences. Il sera bon d'examiner aussi le cas où Δx & Δy , ne sont nuls ni l'un ni l'autre; mais pour éviter la prolixité, nous nous bornerons au seul cas des différences premières.

(IV).

CONSIDÉRONS la formule $\int v dx$, dans laquelle v est fonction de x, y & p , & où l'on fait varier à la fois x, y , & leurs différences du premier ordre. La variation de $\int v dx$, tant du premier que du second ordre, sera $\int (dx \Delta v + v d\Delta x + \Delta v d\Delta x)$ ou $v \Delta x + \int (dx \Delta v - dv \Delta x$

§4 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE

+ $\delta v d \delta x$) + Const. & en développant tous les termes,

$$\begin{aligned} \delta \int v dx &= (v \delta x)' + \int dx \left(\frac{\partial v}{\partial x} \delta x + \frac{\partial v}{\partial y} \delta y + \frac{\partial v}{\partial p} \delta p \right) \\ &= (v \delta x)' - \int \delta x \left(\frac{\partial v}{\partial x} dx + \frac{\partial v}{\partial y} dy + \frac{\partial v}{\partial p} dp \right) \\ &+ \int dx \left\{ \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} \delta x^2 + \frac{\partial^2 v}{\partial x \partial y} \cdot 2 \delta x \delta y + \frac{\partial^2 v}{\partial x \partial p} \delta x \delta p \right. \\ &+ \frac{\partial^2 v}{\partial x \partial y} \cdot 2 \delta x \delta y + \frac{\partial^2 v}{\partial y \partial p} \cdot 2 \delta y \delta p + \left. \frac{\partial^2 v}{\partial p^2} \delta p^2 \right\} \\ &- \int \left(\frac{\partial v}{\partial x} \delta x d \delta x + \frac{\partial v}{\partial y} \delta y d \delta x + \frac{\partial v}{\partial p} \delta p d \delta x \right), \end{aligned}$$

Si on développe à l'ordinaire, la partie du premier ordre, & qu'on l'égalé à zéro, on aura l'équation

$$\frac{\partial v}{\partial y} dx - d \left(\frac{\partial v}{\partial p} \right) = 0 \dots (d);$$

on aura en outre une équation pour les limites de l'intégrale, qu'il est inutile de rapporter.

Maintenant, pour distinguer si c'est un *maximum* ou un *minimum* que fournit l'équation (d), il faut développer la partie de la variation qui est du second ordre. Mais si on se proposoit de traiter cette seconde partie, comme nous avons fait dans les cas précédens, on seroit arrêté par le

terme $\frac{\partial v}{\partial p} \delta p d \delta x$, qui ne se prêteroit point aux réductions convenables. Cette difficulté cependant n'auroit point lieu, si, sans introduire la lettre p , on regardoit $v dx$ comme

fonction des quantités distinctes x, y, dx, dy , fonction qui seroit homogène & d'une dimension, par rapport aux variables dx & dy . Mais sans éluder ainsi la difficulté, nous

observerons qu'elle tient à ce que le terme $dx \frac{\partial v}{\partial p} \delta p$

qui se trouve dans la variation du premier ordre, en donne un dans la variation du second ordre, savoir $-\frac{\partial v}{\partial p} \delta p d\delta x$, ce qui fait disparaître le terme embarrassant. En effet, puisque $dy = p dx$, on a

$$\delta p = \frac{d\delta y - p d\delta x}{dx} = \frac{\delta p d\delta x}{dx},$$

& comme on n'a tenu compte que du terme $\frac{d\delta y - p d\delta x}{dx}$ dans la variation du premier ordre, il faut que le second se trouve dans celle du second ordre. Ainsi la valeur totale de $\delta \int v dx$, fera

$$\begin{aligned} \int \delta x \left\{ \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} \delta x^2 + \frac{\partial^2 v}{\partial x \partial y} \cdot 2 \delta x \delta y + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \delta y^2 \right. \\ \left. + \frac{\partial^2 v}{\partial x \partial p} \cdot 2 \delta x \delta p + \frac{\partial^2 v}{\partial y \partial p} \cdot 2 \delta y \delta p + \frac{\partial^2 v}{\partial p^2} \delta p^2 \right\} \\ + \int \left(\frac{\partial v}{\partial x} \delta x d\delta x + \frac{\partial v}{\partial y} \delta y d\delta x \right), \end{aligned}$$

Je la représente pour abrégér, par

$$\int \left\{ dx \cdot \left[F \delta x^2 + 2G \delta x \delta y + I \delta y^2 \right] + \frac{\partial v}{\partial x} \delta x d\delta x \right. \\ \left. + 2H \delta x \delta p + 2K \delta y \delta p + L \delta p^2 \right\} + \frac{\partial v}{\partial y} \delta y d\delta x \Bigg\};$$

or, à cause de

$$d\delta y = \delta p dx + p d\delta x;$$

la différentielle de

$$a \delta x^2 + 2G \delta x \delta y + \gamma \delta y^2$$

est

$$d a \delta x^2 + 2 d G \delta x \delta y + d \gamma \delta y^2$$

$$+ 2G dx \delta x \delta p + 2\gamma dx \delta y \delta p$$

$$+ (2a + 2Gp) \delta x d\delta x + (2G + 2\gamma p) \delta y d\delta x$$

Ajoutant cette quantité à celle qui est sous le signe, & supposant que la somme est de la forme

$$\int L dx (\delta p + \mu \delta y + \lambda \delta x)^2,$$

la valeur de $\delta \int v dx$ devient

$$\begin{aligned} \delta \int v dx &= (a \delta x^2 + 2 \zeta \delta x \delta y + \gamma \delta y^2)^2 \\ &\quad - (a \delta x^2 + 2 \zeta \delta x \delta y + \gamma \delta y^2)^2 \\ &\quad + \int L dx (\delta p + \mu \delta y + \lambda \delta x)^2, \end{aligned}$$

& on a pour déterminer a , ζ , γ , μ , λ , les équations

$$L \mu = K + \gamma,$$

$$L \lambda = H + \zeta,$$

$$L \mu^2 = I + \frac{d \gamma}{d x},$$

$$L \mu \lambda = G + \frac{d \zeta}{d x},$$

$$L \lambda^2 = F + \frac{d a}{d x},$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial p}{\partial x} + 2 \zeta p + 2 a &= 0 \\ \frac{\partial p}{\partial y} + 2 \gamma p + 2 \zeta &= 0 \end{aligned} \right\} \dots (e).$$

Ces équations sont en plus grand nombre qu'il ne faut, aussi va-t-on voir qu'il y en a deux d'inutiles, & qui coïncident avec l'équation (d) donnée par la variation du premier ordre. On remarquera au reste, que cette surabondance d'équations a lieu aussi dans le premier ordre, puisqu'après avoir réduit ce qui est affecté du signe \int à la forme $\int (P \delta x + Q \delta y)$, on a les équations $P = 0$, $Q = 0$, qui reviennent toutes deux à l'équation (d). Observons d'abord qu'on a

$$d \left(\frac{\partial v}{\partial x} \right) = 2 F dx + 2 G dy + 2 H dp,$$

$$d\left(\frac{\partial r}{\partial y}\right) = 2Gdx + 2Idy + 2Kdp,$$

$$d\left(\frac{\partial r}{\partial p}\right) = 2Hdx + 2Kdy + 2Ldp;$$

donc, en différenciant les deux équations (c), on aura

$$F + Gp + H\frac{dp}{dx} + \frac{da}{dx} + p\frac{dC}{dx} + C\frac{dp}{dx} = 0;$$

$$G + Ip + K\frac{dp}{dx} + \frac{dC}{dx} + p\frac{dy}{dx} + \gamma\frac{dp}{dx} = 0.$$

Au moyen des cinq autres équations, celles-ci deviennent

$$L\lambda^2 + L\mu\lambda p + L\lambda\frac{dp}{dx} = 0,$$

$$L\mu\lambda + L\mu^2 p + L\mu\frac{dp}{dx} = 0,$$

& se réduisent par conséquent à la seule équation

$$\frac{dp}{dx} + \mu p + \lambda = 0;$$

or celle-ci ne diffère pas de l'équation (d),

$$\frac{\partial r}{\partial y} dx - d\left(\frac{\partial r}{\partial p}\right) = 0;$$

puisque'en substituant les valeurs de $\frac{\partial r}{\partial y}$ & de $d\left(\frac{\partial r}{\partial p}\right)$,

on a

$$\gamma p + C + H + Kp + L\frac{dp}{dx} = 0,$$

ou

$$L\lambda + L\mu p + L\frac{dp}{dx} = 0.$$

On peut donc regarder les sept équations trouvées comme se réduisant à cinq, & l'ordre à choisir pour

Mém. 1786.

C

18. MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE

déterminer les cinq coefficients $a, C, \gamma, \mu, \lambda$, semble être celui-ci :

$$(I + \frac{dy}{dx}) L = (K + \gamma)^2,$$

$$C = -\gamma p - \frac{1}{2} \cdot \frac{\partial \gamma}{\partial y},$$

$$a = -C p - \frac{1}{2} \cdot \frac{\partial C}{\partial x},$$

$$\mu = \frac{K + \gamma}{L},$$

$$\lambda = \frac{H + C}{L}.$$

La valeur de γ renfermera une constante arbitraire, en vertu de laquelle on pourra faire en sorte que la partie dégagée du signe

$$(a \delta x^2 + 2C \delta x \delta y + \gamma \delta y^2)^0 \\ - (a \delta x^2 + 2C \delta x \delta y + \gamma \delta y^2)^1,$$

soit ou zéro ou du même signe que L .

Donc l'équation (d) donnera un maximum pour l'intégrale $\int \delta x$ si le coefficient $\frac{\partial \gamma}{\partial p}$ est négatif, & un minimum s'il est positif.

V.

ON doit entrevoir maintenant que la règle de l'art. III, doit avoir lieu dans tous les cas; mais sans nous jeter dans des calculs & des généralités superflues, nous nous contenterons d'examiner encore un cas assez étendu, celui où v seroit fonction de x, y, p , & d'une quantité ϕ donnée par l'équation différentielle $d\phi = \downarrow \delta x$, dans laquelle \downarrow est pareillement fonction de x, y, p & ϕ ; nous supposerons $\delta x = 0$, & nous aurons pour la valeur de $\delta \int v \delta x$, en y comprenant les termes du second ordre,

$$\delta f v dx = f dx \left\{ \frac{\partial v}{\partial \phi} \delta \phi + \frac{\partial v}{\partial y} \delta y + \frac{\partial v}{\partial p} \delta p \right. \\ \left. + \frac{\partial \partial v}{\partial \phi^2} \delta \phi^2 + \frac{\partial \partial v}{\partial \phi \partial y} \cdot 2 \delta \phi \delta y + \frac{\partial \partial v}{\partial \phi \partial p} \cdot 2 \delta \phi \delta p \right. \\ \left. + \frac{\partial \partial v}{\partial y^2} \delta y^2 + \frac{\partial \partial v}{\partial y \partial p} \cdot 2 \delta y \delta p + \frac{\partial \partial v}{\partial p^2} \cdot \delta p^2 \right\};$$

Je l'écris ainsi,

$$\delta f v dx = f dx \{ A \delta \phi + B \delta y + C \delta p + F \delta \phi^2 + 2 G \delta \phi \delta y \\ + 2 H \delta \phi \delta p + I \delta y^2 + 2 K \delta y \delta p + L \delta p^2 \};$$

& sans intégrer par parties les termes du premier ordre, je fais tout de suite

$$f dx (A \delta \phi + B \delta y + C \delta p) = a \delta \phi + \epsilon \delta y,$$

Différentiant & mettant au lieu de $d \cdot \delta \phi$ sa valeur $dx \delta \downarrow$ ou

$$dx \left(\frac{\partial \downarrow}{\partial \phi} \delta \phi + \frac{\partial \downarrow}{\partial y} \delta y + \frac{\partial \downarrow}{\partial p} \delta p \right),$$

que je représente par

$$dx (A' \delta \phi + B' \delta y + C' \delta p),$$

j'aurai

$$(A - a A' - \frac{da}{dx}) \delta \phi + (B - a B' - \frac{d\epsilon}{dx}) \delta y \\ + (C - a C' - \epsilon) \delta p = 0;$$

d'où l'on tire les trois équations

$$A - a A' - \frac{da}{dx} = 0,$$

$$B - a B' - \frac{d\epsilon}{dx} = 0,$$

$$C - a C' - \epsilon = 0.$$

Si on élimine a & ϵ de ces trois équations, on aura la relation cherchée entre les variables x & y , ou l'équation

C ij

de la courbe, dans laquelle $\int y dx$ est un *maximum* ou un *minimum*. On peut tout de suite éliminer C , par sa valeur $C = \alpha C'$, & il ne restera plus qu'à éliminer α des deux équations

$$A - \alpha A' - \frac{d\alpha}{dx} = 0,$$

$$B - \alpha B' - \frac{d(C - \alpha C')}{dx} = 0;$$

On aura en même-temps l'équation déterminée

$$(\alpha \Delta \phi + C \Delta y)^0 - (\alpha \Delta \phi + C \Delta y)' = 0,$$

qui se réduit à $(C \Delta y)^0 - (C \Delta y)' = 0$; car on doit supposer le premier $\Delta \phi = 0$, & le dernier α , ou $(\alpha)' = 0$, pour que dans la partie hors du signe, il ne reste plus d'intégrale indéfinie dépendante de Δy .

Maintenant, pour distinguer le *maximum* du *minimum*, traitons comme à l'ordinaire la variation du second ordre, & supposons

$$\begin{aligned} \int dx \left\{ \begin{array}{l} F \Delta \phi^2 + 2 G \Delta \phi \Delta y + 2 H \Delta \phi \Delta p \\ + I \Delta y^2 + 2 K \Delta y \Delta p + L \Delta p^2 \end{array} \right\} \\ = \left\{ \begin{array}{l} 0 \Delta y^2 + 2 \lambda \Delta \phi \Delta y + \mu \Delta \phi^2 \\ + \int L dx (\Delta p + \zeta \Delta y + \xi \Delta \phi)^2 \end{array} \right\}; \end{aligned}$$

Nous aurons, en différentiant & égalant les termes semblables, dans les deux membres,

$$F = \frac{d\mu}{dx} + L \xi^2 + 2 A' \mu,$$

$$G = \frac{d\lambda}{dx} + L \zeta \xi + A' \lambda + B' \mu,$$

$$H = \lambda + L \xi + C' \mu,$$

$$I = \frac{d\zeta}{dx} + L \zeta^2 + 2 B' \lambda,$$

$$K = 0 + L \zeta + C' \lambda.$$

Ces équations qui sont en même nombre que les cinq inconnues, μ , ξ , λ , ζ , θ , sont difficiles à résoudre, & conduisent à des différences du troisième ordre; mais il suffit d'en concevoir la possibilité, & comme on peut, par les constantes arbitraires, faire en sorte que toute la variation ait le même signe que L , on en conclura que l'intégrale $\int v dx$ sera un *maximum* si $\frac{\partial v}{\partial p}$ est négatif, & un *minimum* s'il est positif.

REMARQUE I. Si la quantité $\int v dx$ ne devoit être *maximum* ou *minimum*, qu'en supposant une valeur donnée aux intégrales indéfinies $\int v' dx$, $\int v'' dx$, $\int v''' dx$, &c; alors, en désignant par α , ζ , γ , &c. des constantes arbitraires, il faudroit, à l'ordinaire, égaliser à zéro la variation du premier ordre de

$$\int (v dx + \alpha v' dx + \zeta v'' dx + \gamma v''' dx + \&c.);$$

il faudroit ensuite prendre la variation du second ordre de cette formule: elle seroit la même que celle de $\int v dx$, & son signe indiqueroit si on a obtenu un *maximum* ou un *minimum*. Voyez l'*Exemple II* ci-après.

REMARQUE II. Si la quantité $\frac{\partial v}{\partial u}$ de l'article III n'avoit pas le même signe dans toute l'étendue de la courbe, il y auroit lieu au *maximum* & au *minimum*, à la fois. On en verra un exemple dans le problème suivant.

V I.

Sur le solide de la moindre résistance.

EXEMPLE I. Trouver la courbe dans laquelle

$$\int \frac{y \, dy}{x^2 + y^2}, \text{ prise entre deux points donnés, soit un } \textit{minimum}.$$

Ce problème n'est autre chose que celui du solide de la moindre résistance que Newton a résolu le premier dans ses Principes, & qui a été traité depuis par beaucoup d'autres Géomètres. La matière n'est pas neuve; cependant, on verra qu'il restoit quelques observations à faire sur la nature de ce problème & sur la manière dont le calcul y satisfait.

En faisant $dy = p dx$, la quantité qui doit être un *minimum* devient $\int \frac{p^3 y}{1 + p p} dx$, & toutes les méthodes connues conduisent à l'équation $\frac{p^3 y}{(1 + p p)^2} = a$; d'où l'on tire

$$y = \frac{a(1 + p p)^2}{p^3}$$

$$x = a \left(\frac{3}{4 p^4} + \frac{1}{p^2} + \log p \right) + b.$$

Il est facile de trouver, d'après ces équations, la figure de la courbe; elle est composée de deux branches FB , FN , qui forment un point de rebroussement en F , où la tangente commune est inclinée de 60° sur l'axe GD . Ces branches s'étendent toutes deux à l'infini: la première, dans laquelle p décroît depuis $\sqrt{3}$ jusqu'à zéro, a pour asymptote la parabole $y^4 = \frac{64}{27} a x^3$; la seconde, dans laquelle p croît depuis $\sqrt{3}$ jusqu'à l'infini, a pour asymptote la logarithmique $x - b = a \log \frac{y}{a}$.

Pour savoir maintenant si on a obtenu le *minimum* qu'on desiroit, on appliquera la formule de l'art. I, & on trouvera

$$\frac{d^2 y}{d p^2} = \frac{2 p y (3 - p^2)}{(1 + p p)^2}.$$

Cette quantité est positive dans toute l'étendue de la branche FB où l'on a $p^2 < 3$; elle est au contraire négative dans l'autre branche FN , où l'on a $p^2 > 3$; d'où

il suit que la première seule donne le *minimum*, & la seconde le *maximum*.

Si on passe ensuite aux applications, & que des points donnés A & B , on abaisse sur l'axe les deux perpendiculaires AC, BD , il faudra considérer différens cas suivant la nature du trapèze $ABDC$. Lorsque l'angle ABD sera de plus de 30° , il sera possible de faire passer, par les points A & B , la branche *parabolique* AB (du nom de son asymptote). Lorsque cet angle sera plus petit que 30° , on pourra faire passer la branche *logarithmique*; mais lorsque cet angle sera précisément de 30° , il ne sera plus possible de faire passer la courbe par les deux points donnés, & la solution précédente devient illusoire. Il en est de même lorsqu'un des points donnés tombe sur l'axe même CD .

Fig. 2.

Il s'en faut donc beaucoup que la solution de ce problème, telle que l'analyse la présente, soit complète & donne dans tous les cas le *minimum* qu'on cherchoit; c'est qu'en effet le problème n'est point susceptible de *minimum* ni de *maximum* absolus, & que l'intégrale $\int \frac{y \, dy}{ds^2}$

prise entre deux points donnés, peut être aussi grande & aussi petite qu'on voudra.

Menons par les points donnés A & B , la ligne anguleuse AMB , & supposons, pour plus de simplicité, que les deux parties AM & MB soient inclinées sur l'axe CD d'une même quantité I ; la valeur de $\int \frac{y \, dy}{ds^2}$

Fig. 3.

dans cette ligne, sera $\frac{d \, y^2}{ds^2} \int y \, dy$, ou $(\frac{BD^2 - AC^2}{2})$

$\sin.^2 I$, & pourra par conséquent être supposée aussi petite qu'on voudra. Si on exigeoit que la ligne qui joint les points A & B ne s'étendît pas au-delà de l'abscisse CD , on pourroit tracer une espèce de zigzag AB , dont les côtés seroient toujours inclinés de la quantité I sur l'axe CD . L'intégrale $\int \frac{y \, dy}{ds^2}$ auroit encore pour valeur $(\frac{BD^2 - AC^2}{2}) \sin.^2 I$;

Fig. 4.

24 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE

& quoique ces lignes soient discontinues, on peut imaginer des courbes continues qui en imitent la figure, & dans lesquelles $\int \frac{y \, dy^3}{ds^2}$ soit par conséquent au-dessous de toute quantité donnée.

Fig. 5.

Il n'y a point non plus de *maximum* absolu; car si on joint les points *A* & *B* par la ligne *AMNB* dont la partie *AM* s'élève indéfiniment, & dont l'autre partie *MNB* fasse un angle très-aigu avec l'axe *CD*, la quantité $\int \frac{y \, dy^3}{ds^2}$ qui sera positive dans la première partie, & négative dans la seconde, deviendra aussi grande qu'on voudra. Dans le cas où il faudroit que la ligne ne s'élevât pas au-dessus du point *B*, la ligne anguleuse *AFB* donneroit la plus grande valeur pour $\int \frac{y \, dy^3}{ds^2}$, savoir,

$$\frac{BD^3 - AC^3}{3}.$$

Il résulte de-là que les *minimum* & *maximum* obtenus dans quelques cas particuliers de notre problème, ne sont que relatifs ou accidentels. Mais on voit aisément que l'intégrale $\int \frac{y \, dy^3}{ds^2}$ deviendrait susceptible de *maximum* & de *minimum* absolus, si on fixoit, par exemple, la longueur de la courbe; alors on a l'équation

$$y = \frac{(1 + pp)^2}{p^3} \cdot \left[-\frac{a}{\sqrt{1 + pp}} + b. \right]$$

Et si on se borne à un cas particulier, on pourra faire $b = 0$, & la courbe construite d'après l'équation

$$y = \frac{a(1 + pp)^{\frac{3}{2}}}{p^3}$$

pourra toujours passer par les deux points donnés. Elle donnera un *minimum* absolu pour la formule $\int \frac{y \, dy^3}{ds^2}$, non pas entre toutes les courbes possibles menées par les deux

deux points donnés, mais entre toutes celles qui lui seroient égales en longueur. Cette courbe aura l'avantage de satisfaire à tous les cas, mais elle ne donnera pas une valeur de $\int \frac{y \, dy}{ds}$, aussi petite que la courbe connue

$$y = \frac{a(1 + pp)^2}{p^2},$$

dans les cas où celle-ci peut satisfaire.

VII.

Sur la Chaînette.

EXEMPLE II. Entre toutes les courbes de même longueur qui passent par deux points donnés, déterminer celle dans laquelle $\int y \, ds$ soit un *maximum*.

Il faut évaluer à zéro la variation de $\int (y + a) \, ds$, a étant un arbitraire qu'on déterminera par les conditions du problème. On trouve à l'ordinaire, l'équation

$$d \left[\frac{(y + a) \, dy}{ds} \right] = ds,$$

qui étant intégrée & séparée, donne

$$dx = \frac{\pm b \, dy}{\sqrt{(y + a)^2 - b^2}};$$

& suivant les formules ci-dessus, on aura un *maximum*, si $y + a$ est négatif, & un *minimum* s'il est positif.

Or, l'équation $d \left[\frac{(y + a) \, dy}{ds} \right] = ds$, où il n'y a point d'ambiguïté de signe, donne le rayon de la développée

$$= - (y + a) \sqrt{1 + pp};$$

donc, lorsque la courbe sera concave par rapport à son axe, ce qui arrive à la chaînette ordinaire, la quantité $y + a$

Mém. 1786.

D

sera négative, c'est-à-dire que la constante a sera négative & plus grande que y ; donc il y aura *maximum* pour la quantité $\int (y + a) ds$, ou simplement pour $\int y ds$, puisque $\int ds$ est constant.

Si au contraire le sommet de la courbe est dirigé dans un autre sens, le rayon de la développée seroit négatif, & le centre de gravité seroit le moins abaissé qu'il est possible. Il est clair, en effet qu'entre deux points donnés, avec une longueur donnée, on peut décrire une chaînette dans deux sens différens: dans l'un le centre de gravité sera le plus bas possible, c'est le cas de la chaînette ordinaire; dans l'autre il sera le plus haut possible, c'est le cas des globules arrangés en voûte & se soutenant par leur propre poids.

Si la constante $a = 0$, il ne sera plus question de la longueur de la courbe, & l'équation $d\left(\frac{y ds}{ds}\right) = ds$ satisfera au cas où l'on demanderoit entre toutes les courbes assujetties seulement à passer par deux points donnés, celle dans laquelle $\int y ds$ est un *maximum* ou un *minimum*. Cette courbe seroit toujours la chaînette représentée par l'équation

$$dx = \frac{\pm b dy}{\sqrt{y^2 - b^2}};$$

elle seroit convexe par rapport à la ligne des abscisses, & le *minimum* seul auroit lieu, puisque $y + a$ deviendrait y , & par conséquent positif.

Je remarquerai en passant, que la figure d'une corde sollicitée par des puissances quelconques sur une surface donnée, est susceptible d'une propriété semblable de *maximum* ou de *minimum*; car, soient $dz = Adx + Bdy$, l'équation de la surface; X, Y, Z , les forces qui sollicitent chaque point de la corde parallèlement aux coordonnées x, y, z ; si ces forces sont telles que $Xdx + Ydy + Zdz$

soit une différentielle exacte que j'appelle dP , la quantité $\int (P + a) ds$ sera *maximum* ou *minimum*. On trouve; d'après cette condition, l'équation de la courbe

$$ds(Y + BZ) = d\left(\frac{Pdy}{ds}\right) + Bd\left(\frac{Pdz}{ds}\right),$$

qu'il faut combiner avec l'équation de la surface. Si la quantité $Xdx + Ydy + Zdz$ n'étoit pas une différentielle exacte, l'équation précédente auroit toujours lieu, mais l'intégrale $\int P ds$ ne seroit plus *maximum* ou *minimum*.

VIII.

Sur le Cercle.

EXEMPLE III. Étant donnés l'abscisse CD , les deux ordonnées AC , BD , & la longueur de la courbe AMB , si la surface $ABDC$ est un *maximum* ou un *minimum*, on trouve que la courbe AMB doit être un arc de cercle concave ou convexe par rapport à l'axe CD , selon qu'on veut avoir un *maximum* ou un *minimum*.

Telle est la solution ordinaire de ce problème, & les formules ci-dessus constatent l'existence du *maximum* & du *minimum* dans les deux cas; mais si on exige que la surface $ABCD$ soit absolument comprise entre les deux parallèles AC , BD , l'arc de cercle qui passeroit par les points A & B , ne satisfera pas toujours à la question, parce qu'une partie de cet arc pourroit tomber hors de l'abscisse CD . Pour avoir la vraie solution dans tous les cas, supposons que la ligne qui satisfait est $AEGB$, appelons les ordonnées extrêmes $CE = f$, $DG = g$; & puisque la longueur de la courbe est donnée, on aura

$$\delta f + \delta g + \delta \int \sqrt{(dx^2 + dy^2)} = 0,$$

D'un autre côté, la surface $\int y dx$ étant un *maximum*, on a

$$\delta \int y dx = 0;$$

D ij

Fig. 6.

Fig. 7.

• • •

donc, en supposant $\Delta x = 0$, & introduisant l'arbitraire c , on aura

$$0 = \Delta f + \Delta g + \int \left[\frac{dy}{dx} d\Delta y + \frac{dx}{c} \Delta y \right].$$

Or,

$$\int \frac{dy}{dx} d\Delta y = \frac{dy}{dx} \Delta y - \int \Delta y d\left(\frac{dy}{dx}\right);$$

donc, si on représente par $(\frac{dy}{dx})^0$ & par $(\frac{dy}{dx})'$ les valeurs de $\frac{dy}{dx}$ en E & en G , on aura

$$0 = \Delta f \left[1 - \left(\frac{dy}{dx}\right)^0 \right]$$

$$+ \Delta g \left[1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)' \right]$$

$$- \int \Delta y \left[d\left(\frac{dy}{dx}\right) - \frac{dx}{c} \right]$$

d'où résultent les trois équations

$$d\left(\frac{dy}{dx}\right) - \frac{dx}{c} = 0 \dots \dots (1)$$

$$\Delta f \left[1 - \left(\frac{dy}{dx}\right)^0 \right] = 0 \dots \dots (2)$$

$$\Delta g \left[1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)' \right] = 0 \dots \dots (3).$$

L'équation (1) donne encore un cercle pour la courbe EG ; quant aux deux autres, elles peuvent avoir lieu de plusieurs manières.

Fig. 8. 1.^o Si l'arc de cercle peut passer par les deux points A & B sans sortir de l'espace compris entre les parallèles AC , BD , f & g seront constans, & on aura

$$\Delta f = 0, \Delta g = 0,$$

ce qui satisfait aux équations (2) & (3).

2.^o Si l'arc de cercle peut passer seulement par le point *B*, l'équation (3) aura lieu: mais pour satisfaire à l'équation (2), il faudra supposer $(\frac{dy}{dx})^0 = 1$; donc alors l'arc de cercle touchera en *E* l'ordonnée *EC*.

3.^o Si l'arc de cercle de l'équation (1) ne peut passer par aucun des points *A* & *B*, sans sortir de l'espace compris entre les parallèles, alors *f* & *g* ne seront constans ni l'un ni l'autre; & pour satisfaire aux équations (2) & (3), il faudra supposer à la fois $(\frac{dy}{dx})^0 = 1$ & $(\frac{dy}{dx})^1 = -1$; donc l'arc *EG* touchera les deux ordonnées *EC*, *GD*, & fera par conséquent une demi-circonférence.

Fig. 9.

Les limites de ces différens cas sont faciles à établir. Soit la longueur donnée de *A* en *B* $= l$, *BL* $= m$, *AL* $= n$, le premier cas aura lieu si on suppose

$$l < \frac{m^2 + n^2}{n} A \cdot \text{tang. } \frac{n}{m};$$

le second, si

$$l > \frac{m^2 + n^2}{n} A \cdot \text{tang. } \frac{n}{m} \text{ \< } m + n \frac{\pi}{2};$$

le troisième, si $l > m + n \frac{\pi}{2}$, π étant la demi-circonférence dont le rayon est 1. Appelons, dans tous les cas, *r* le rayon de l'arc à décrire, & ϕ l'arc semblable pour 1 rayon 1; on aura dans le premier cas,

Fig. 6.

$$r \phi = l$$

$$2 r \sin. \frac{1}{2} \phi = \sqrt{(m^2 + n^2)};$$

donc

$$\frac{\frac{1}{2} \phi}{\sin. \frac{1}{2} \phi} = \frac{l}{\sqrt{(m^2 + n^2)}}.$$

Dans le second cas, soit de plus *AE* $= z$, on aura, Fig. 8.

30 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE
pour déterminer r, ϕ, z , les trois équations

$$z + r \phi = l$$

$$z + r \sin. \phi = m$$

$$r(1 - \cos. \phi) = n;$$

d'où résulte

$$\frac{\phi - \sin. \phi}{1 - \cos. \phi} = \frac{l - m}{m - n}.$$

Fig. 9. Enfin, dans le troisième cas, soit encore $BG = n$; l'arc cherché devient la demi-circonférence dont le diamètre $= n$, & il ne reste plus à trouver que u & z qui seront connues par les équations

$$z - u = m,$$

$$z + u = l - \frac{\pi n}{2}.$$

Les formules pour le *minimum* de surface, sont absolument les mêmes, il faudroit seulement que l'arc de cercle fût concave par rapport à l'axe CD , & que les points F & G fussent pris en sens contraire.

I X.

Sur la Cycloïde.

Fig. 10. EXEMPLE IV. Deux courbes CE, DI , étant données dans un plan vertical, si on cherche une troisième courbe CD , par laquelle un corps pesant puisse descendre de l'une à l'autre dans le moindre temps possible, on trouve que cette courbe est une cycloïde dont la base est horizontale.

Quant aux extrémités C & D , elles doivent être déterminées différemment, suivant les hypothèses qu'on peut faire sur la vitesse initiale. Si la vitesse à l'origine C est due à la hauteur CB , ordonnée de la courbe CE , les deux courbes CE & DI doivent être coupées à angles droits

par la cycloïde CD . Mais si la vitesse à l'origine C doit être constante ou zéro, la courbe DI seulement sera coupée à angles droits, & les tangentes des courbes CE , DI , aux extrémités C & D , seront parallèles.

Le premier cas n'a pas de difficulté, & l'existence du *minimum* se conclut tout de suite des formules ci-dessus. Il n'en est pas de même du second cas, où la vitesse initiale est donnée; alors il faut considérer l'influence de la variation du premier point sur toute l'intégrale, ce qui exige un calcul particulier. M. le chevalier de Borda^a est le premier qui se soit aperçu de la différence de ces deux cas, & qui ait donné la vraie solution du second; solution que M. de la Grange^b a conclue ensuite de ses formules, en leur donnant l'extension nécessaire. On ne sera peut-être pas fâché de trouver ici la même proposition démontrée d'une manière presque synthétique & fort simple.

^a Mém. de l'Académie, 1764.

^b Mém. de Turin, tome IV.

La vitesse initiale étant due à la hauteur donnée h , qui peut devenir zéro, on a deux choses à démontrer: 1.^o que la courbe DI est coupée à angles droits par la cycloïde; 2.^o que les tangentes en C & D aux courbes CE & DI , sont parallèles.

La première partie ne souffre pas de difficulté, puisque si le dernier élément DD n'étoit pas perpendiculaire à la courbe DI , on pourroit lui substituer l'élément De , perpendiculaire à cette courbe, & par lequel le temps seroit plus court.

Pour démontrer la seconde partie, soit

$$AB = X, CO = BE = a, AE = X',$$

$$BC = Y, OD = y, E'D = Y';$$

on aura

$$X' = X + x, \text{ \& } Y' = Y + y;$$

& si les points C & D passent en c & d , désignant par la

32 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE
caractéristique Δ les différences analogues à ce mouvement,
on aura

$$\Delta X' = \Delta X + \Delta x, \text{ \& \& } \Delta Y' = \Delta Y + \Delta y.$$

Or le temps par CD doit être un *minimum*, & la hauteur due à la vitesse en C doit être égale à l'ordonnée CK de la cycloïde, LQ étant la base; ces deux conditions donneront les valeurs de Δx & Δy , par le moyen de Δa , a étant le diamètre du cercle générateur. On pourra donc supposer

$$\Delta x = \mu \Delta a, \Delta y = \nu \Delta a;$$

d'où résulte

$$\frac{\Delta X' - \Delta X}{\Delta Y' - \Delta Y} = \frac{\mu}{\nu}.$$

Le rapport $\frac{\Delta X}{\Delta Y}$ est connu dans la courbe CH , ainsi que le rapport $\frac{\Delta X'}{\Delta Y'}$ dans la courbe DI ; il faut donc par l'équation précédente, que ces deux rapports soient égaux, puisque $\Delta X'$ & ΔX sont indépendans l'un de l'autre, ainsi que $\Delta Y'$ & ΔY ; donc les tangentes en C & D sont parallèles.

Si on ne veut pas supposer la première partie démontrée, il faudra calculer les valeurs de μ & ν . Soit donc, comme ci-dessus, LQ la base de la cycloïde; a , le diamètre du cercle générateur; $CK = h$; l'angle $LCK = \psi$; & l'angle $CDO = \phi$; on aura, par la nature de cette courbe,

$$h = \frac{1}{2}a \cdot (1 - \cos 2\psi),$$

$$y = \frac{1}{2}a \cdot (\cos 2\psi - \cos 2\phi),$$

$$x = \frac{1}{2}a \cdot (2\phi - \sin 2\phi) - \frac{1}{2}a \cdot (2\psi - \sin 2\psi);$$

$$\text{\& f. } \frac{\sqrt{dx^2 + dy^2}}{\sqrt{x}}, \text{ ou le temps par } ED = (\phi - \psi) 2\sqrt{a},$$

Ce

Ce temps étant un *minimum*, on aura

$$\Delta(\phi - \downarrow) \vee a = 0;$$

d'un autre côté, la valeur de h donne

$$\Delta(a \sin. \downarrow) = 0:$$

tirant de ces deux équations les valeurs de $\Delta\phi$ & $\Delta\downarrow$, on les substituera dans celles de Δy & Δx , ce qui donnera

$$\Delta y = \Delta a \sin. \phi \cos. \phi (\text{tang. } \phi - \phi + \downarrow - \text{tang. } \downarrow),$$

$$\Delta x = - \Delta a \cos. \phi (\text{tang. } \phi - \phi + \downarrow - \text{tang. } \downarrow);$$

d'où l'on conclut

$$\frac{\Delta x^2 - \Delta y^2}{\Delta y^2 - \Delta x^2} = \frac{\Delta x}{\Delta y} = - \cot. \phi,$$

& par conséquent,

$$\frac{\Delta x^2}{\Delta y^2} = \frac{\Delta x}{\Delta y} = - \cot. \phi,$$

ce qui renferme les deux parties de notre proposition.

Pour s'assurer maintenant de l'existence du *minimum*, considérons la question d'une manière purement analytique. Soit la première ordonnée

$$CB = c, \quad AP = x, \quad PM = y,$$

la hauteur due à la vitesse en $C = h$, le temps par

l'arc CD sera $\int \frac{\sqrt{(dx^2 + dy^2)}}{\sqrt{(h + y - c)}}$, ou simplement

$\int \frac{\sqrt{(dx^2 + dy^2)}}{\sqrt{(y - c)}}$, parce qu'au lieu de $h + y$, on peut

mettre y ; mais alors, c devient la valeur initiale de $y = h$, & non celle de y .

La quantité c qui se trouve dans cette formule, & dont la variation influe sur toute l'intégrale, est cause que les formules ci-dessus ne sont point applicables. Nous aurions pu

Mém. 1786.

E

construire des formules générales pour tous les cas semblables, mais il suffira d'examiner ce cas particulier, qui offre encore assez de difficultés. On verra que le résultat est toujours conforme à la règle générale de l'article III.

Soient, pour abrégé,

$$\delta x = a, \delta y = c, \delta c = \gamma, dy = p dx, \\ \sqrt{(dx^2 + dy^2)} = ds, \frac{ds}{\sqrt{(y-c)}} = dt;$$

la variation de $\int \frac{\sqrt{(dx^2 + dy^2)}}{\sqrt{(y-c)}}$ fera, en y comprenant les termes du second ordre

$$S. \left\{ \begin{aligned} & \frac{dx dt}{dx^2} (da + p dC) + \frac{dx^2 dt}{2 dx^2} (dC - p da)^2 \\ & + \frac{dt (\gamma - c)}{2 (y - c)} + \frac{dx dt}{2 dx^2} (da + p dC) \left(\frac{\gamma - c}{y - c} \right)^2 \\ & + \frac{3 dt}{8} \left(\frac{\gamma - c}{y - c} \right)^3 \end{aligned} \right\}.$$

Développant la partie du premier ordre, on a l'équation de la cycloïde

$$\frac{dx \sqrt{(y-c)}}{dx} = \sqrt{a}.$$

On a aussi deux équations déterminées, qui donnent, pour les extrémités de la courbe, les mêmes conditions que ci-dessus. Il reste à développer la partie du second ordre,

$$\int \left[\frac{dx^2 dt}{2 dx^2} \left(\frac{dC - p da}{dx} \right)^2 + \frac{dx^2 dt}{2 dx^2} \left(\frac{da + p dC}{dx} \right) \left(\frac{\gamma - c}{y - c} \right) + \frac{3 dt}{8} \left(\frac{\gamma - c}{y - c} \right)^3 \right],$$

& à faire voir qu'elle se réduit toujours à une quantité positive. Supposons donc que cette quantité, intégrée en partie, soit égale à l'expression

$$Aa^2 + 2BaC + 2Ca\gamma + DC^2 + 2E\gamma C + F\gamma^2 \\ + \int \frac{dx^2 dt}{2 dx^2} \left(\frac{dC - p da}{dx} + Pa + Q\gamma + R\gamma^2 \right),$$

Differentiant de part & d'autre, comparant les termes semblables, & faisant, pour abrégér, $\frac{dx^2 dt}{x dx^2} = \pi$, on aura les douze équations

$$(1) \frac{dA}{dx} + \pi P^2 = 0,$$

$$(2) \frac{dB}{dx} + \pi PQ = 0,$$

$$(3) \frac{dC}{dx} + \pi PR = 0,$$

$$(4) \frac{dD}{dx} + \pi Q^2 = \frac{3 dx dt}{8 dx (y-c)^2},$$

$$(5) \frac{dE}{dx} + \pi QR = \frac{-3 dx dt}{8 dx (y-c)^2},$$

$$(6) \frac{dF}{dx} + \pi R^2 = \frac{3 dx dt}{8 dx (y-c)^2},$$

$$(7) A - \pi p P = 0,$$

$$(8) B + \pi P = 0,$$

$$(9) B - \pi p Q = \frac{-dx dt}{4 dx^2 (y-c)^2},$$

$$(10) C - \pi p R = \frac{dx dt}{4 dx^2 (y-c)^2},$$

$$(11) D + \pi Q = \frac{-p dx dt}{4 dx^2 (y-c)^2},$$

$$(12) E + \pi R = \frac{p(dx) dt}{4 dx^2 (y-c)^2}.$$

Puisqu'il y a plus d'équations que d'inconnues, il faut que trois de ces équations soient une suite des neuf autres, en supposant du moins la relation des variables, donnée par l'équation $d\left[\frac{dx \sqrt{y-c}}{dx}\right] = 0$; c'est ce qu'il sera facile de reconnoître de plusieurs manières. On trouvera,

par exemple, que l'équation (9) est une suite des équations (1), (2), (7) & (8); que l'équation (4) est une suite des mêmes équations & de l'équation (11); qu'enfin l'équation (5) est comprise dans les équations (3), (8), (9), (10) & (12): il reste donc neuf équations pour déterminer les neuf inconnues $A, B, C, D, E, F, P, Q, R$. On pourra choisir à cet effet l'ordre suivant:

$$(\alpha') \dots \frac{dA}{AA} + \frac{ds}{dy} \sqrt{(y-c)} = 0,$$

$$(\zeta') \dots C dx + \frac{\pi p^2}{A} dC = \frac{dx ds}{4 ds^2 (y-c)^2},$$

$$P - \frac{A}{\pi p} = 0,$$

$$R - \frac{C}{\pi p} = \frac{-ds}{2 p ds^2 (y-c)^2},$$

$$B + \frac{A}{p} = 0,$$

$$E + \frac{C}{p} = \frac{ds}{4 p dx (y-c)^2},$$

$$Qp + P = \frac{s^2}{2 dx^2 (y-c)^2},$$

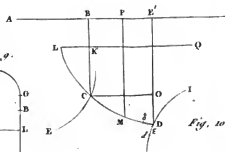
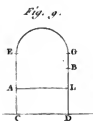
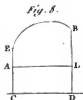
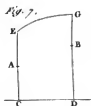
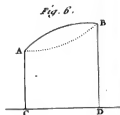
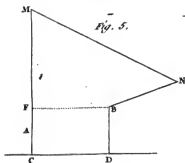
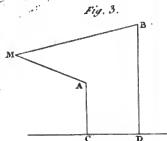
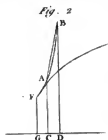
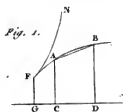
$$pD - \frac{A}{p} = \frac{-ds}{4 dx (y-c)^2},$$

$$(\gamma') \dots dF + \pi R^2 dx = \frac{3 ds}{8 (y-c)^2},$$

Les équations (α') & (ζ') introduiront deux constantes arbitraires, avec lesquelles on pourra faire en sorte que la partie de la variation dégagée du signe, favoir:

$$(A \delta x^2 + 2B \delta x \delta y + 2C \gamma dx + D \delta y^2 + 2E \gamma \delta y + F \gamma^2)^2 \\ - (A \delta x^2 + 2B \delta x \delta y + 2C \gamma dx + D \delta y^2 + 2E \gamma \delta y + F \gamma^2)^0,$$

soit positive; d'où l'on conclut que la cycloïde donne en effet le *minimum* qu'on desiroit.



Je ne doute pas qu'on ne puisse parvenir à ce résultat d'une manière plus simple, en le déduisant d'une théorie générale où les équations identiques deviendroient plus sensibles. Mais il paroît certain que quelque route qu'on prenne, le nombre des coëfficiens inconnus sera toujours le même, & qu'ainsi la question de distinguer un *maximum* d'un *minimum* n'est pas aussi simple qu'elle pouvoit paroître au premier coup-d'œil.



TROISIÈME MÉMOIRE

*Pour servir à l'Histoire anatomique des Tendons ,
ou Suite de la seconde Partie, & de la Description
particulière des Capsules muqueuses des tendons.*

Par M. DE FOURCROY.

ARTICLE III.

*Des Capsules muqueuses propres aux tendons qui glissent
sur les extrémités inférieures du radius, du cubitus,
& qui s'attachent au carpe, au métacarpe & aux
phalanges.*

LES tendons des muscles qui prennent leur naissance aux deux condyles de l'humérus, à la partie supérieure des os de l'avant-bras, & qui s'attachent aux différens os de la main, sont placés à côté les uns des autres, & occupent, par une disposition particulière, le moins d'étendue qu'il est possible sur la convexité & la concavité de la main. Comme ces tendons glissent réciproquement les uns sur les autres, & opèrent des mouvemens aussi multipliés que fréquens, il n'est point étonnant qu'ils présentent entr'eux une grande quantité de capsules muqueuses qui, en les fixant à leur place, facilitent cependant avec beaucoup d'avantage leur glissement.

Ces capsules muqueuses diffèrent, par leur structure & par leur forme, de celles que nous avons décrites autour des articulations scapulaire & cubitale de l'os du bras; elles ne sont point ovales & comprimées comme ces dernières, la plupart sont au contraire fort allongées; elles

enveloppent les tendons en forme de gaines, & elles appartiennent aux capsules que nous avons distinguées par cette dénomination. Comme la plupart ont une structure parfaitement semblable les unes aux autres, nous ne les décrivons pas avec autant d'étendue que celles qui ont fait l'objet des deux articles précédens.

S. I.

Après avoir enlevé la couche aponévrotique très-mince, qui recouvre les muscles situés à la face interne de l'avant-bras, & qui dispaçoit tout-à-fait à leurs parties inférieures, on aperçoit les tendons superficiels du radial interne, du long palmaire & du cubital interne. Il n'y a que le premier de ces muscles qui ait une capsule muqueuse bien marquée; son tendon paroît recouvert au bas de l'avant-bras par une membrane légère qu'on peut enlever de sa surface, & qui est le principe de cette capsule. Lorsqu'on la détache jusqu'au ligament annulaire interne, on reconnoît qu'elle augmente d'épaisseur en cet endroit, & qu'elle suit le tendon sous ce ligament. En coupant ce dernier, on voit que cette capsule est membraneuse, filamenteuse, & qu'elle ne se termine qu'à l'insertion même du tendon à la partie supérieure du second os du métacarpe. Cette capsule adhère au tendon du côté du ligament annulaire auquel elle en lie les fibres, mais elle est libre du côté du pouce, & laisse glisser le tendon dans une gouttière osseuse, creusée en grande partie sur le trapèze, dont la surface est légèrement cartilagineuse & brillante: on trouve une quantité assez remarquable de synovie dans cet endroit; quelquefois le tendon est adhérent à cette gouttière du trapèze. *Albinus* a connu cette dernière structure, mais il n'a pas décrit la capsule *radiale interne* dont nous nous occupons (a). *Winslow* & *M. Sabatier* n'en ont fait aucune mention.

(a) Hist. muscular. lib. III, pag. 476.

Jancke l'a indiquée d'une manière générale & sans description (b).

Ce dernier Anatomiste annonce une capsule entre le tendon du cubital interne & l'os orbiculaire ou pyxisforme (c); je n'ai jamais trouvé cette capsule, & j'ai toujours vu ce tendon recouvrir & envelopper très-intimement l'os orbiculaire, de manière que ce dernier semble être un os sésamoïde propre au cubital interne, dont l'insertion se prolonge jusqu'au quatrième os du métacarpe, suivant l'observation d'*Albinus* (d).

S. I I.

Quoique le principe des tendons du sublime semble appartenir, par sa situation, à la couche externe des muscles de la face interne de l'avant-bras, il se plonge assez profondément pour passer sous le ligament annulaire, & il offre dans ce passage une capsule muqueuse, dont la structure doit être décrite avec soin. *Winslow* a connu cette capsule, il en a donné une assez bonne idée, en disant « que » les quatre tendons du sublime s'amassent dans une espèce » de gaine membraneuse & mucilagineuse commune, qui » fournit à chaque tendon encore une gaine particulière plus fine » (e). *Albinus* en a parlé avec un peu plus de détail, & l'a considérée comme une espèce de gaine (f). *Jancke* l'a annoncée comme double; l'une située dans le milieu du ligament annulaire, l'autre à la partie externe de ce ligament (g). *M. Sabatier* n'a pas oublié cette capsule dans sa myologie (h). Voici la structure qu'elle m'a

(b) Loc. cit. pag. 12. (a).
*Similis etiam inter tendinem radialis
 interni & ligamentum palmare trans-
 versum, super quod ille transit.*

(c) Page 14.

(d) *Hist. musculor. lib. VIII,*
 p. 472.

(e) *Expos. anatom. in-4.° p. 204.*
 2.° col. n.° 317.

(f) Loc. cit. pag. 480.

(g) Loco citato, pag. 13. Litt.

(g) (h).

« (h) Un tissu cellulaire les unit
 (les tendons du sublime) en cet «
 endroit, & les joint en même-temps »
 à ceux du profond ». *Traité d'ana-
 tomie ; de la Myologie, tome I,*
 page 302.

constamment

constamment présentée en l'examinant avec beaucoup de soin & sur un grand nombre de sujets. En coupant le ligament annulaire interne du carpe, on trouve le paquet des tendons du sublime, lié avec ceux du long fléchisseur du pouce & du profond, par une membrane lâche, assez volumineuse, dont la couche externe, soulevée avec la pince, paroît être dure, résistante, & comme tendineuse. Il semble très-difficile, au premier aspect, de débrouiller la structure de ces filamens membraneux & muqueux, qui brident & rassemblent en un seul paquet les neuf tendons du sublime, du profond & du long fléchisseur du pouce; cependant en les développant avec soin, en les fendant dans plusieurs endroits, & en les enlevant couche par couche, je suis parvenu à reconnoître qu'ils ont une forme déterminée, & qu'ils composent différentes capsules en gaine, renfermées les unes dans les autres, de la manière suivante. La face externe de ces faisceaux membraneux est d'une couleur grise-terne, remplie de filamens rougeâtres, plus apparens lorsqu'on la tire à l'une de ses extrémités; ces filamens forment une espèce de couche extérieure & accessoire que l'on peut détacher sans détruire la membrane capsulaire. Après cette première dissection, on trouve cette membrane transparente assez dure, quoique d'un tissu fin, & qui enveloppe tous les tendons désignés, en passant par-dessous pour s'attacher par des brides muqueuses aux ligamens des articulations du carpe: elle forme une capsule générale ou commune. Si l'on ouvre cette première gaine, on en trouve une seconde dans son intérieur, moins étendue qu'elle, d'un tissu moins serré, & plus manifestement muqueuse. Celle-ci forme cinq gaines particulières, dont la première, du côté du radius, enveloppe & suit le tendon du long fléchisseur du pouce; la seconde recouvre & réunit ceux du sublime & du profond, qui se portent ensemble au doigt médius; & les trois autres renferment de la même manière les tendons de ces deux muscles qui vont se fixer aux trois autres doigts. Chacune de ces secondes

Mém. 1786.

F

capsules allongées suit les tendons, qu'elle enveloppe jusqu'à la base de la première phalange des doigts auxquels ils correspondent, & se termine tout-à-coup au-dessous du premier ligament annulaire digital. La face externe de ces capsules intérieures ne glisse point librement sur la face interne de la capsule commune, tandis qu'elle paroît glisser en partie sur la surface des deux tendons réunis. La capsule externe ou commune ne recouvre ces gaines capsulaires intérieures, que jusqu'au point où les tendons, dont elle forme un faisceau commun, s'écartent deux à deux pour se porter aux phalanges. Il est très-difficile de savoir exactement comment elle se termine en cet endroit, elle semble finir, sans être véritablement perforée par les capsules intérieures, par des prolongemens filamenteux qui recouvrent celles-ci jusqu'à leur terminaison, & qui y adhèrent assez pour qu'il soit impossible de les séparer.

Ces secondes capsules sont plus molles & plus humides que la première ou l'externe; elles adhèrent, dans plusieurs points, aux tendons qu'elles accompagnent par quelques filamens muqueux & mollaſſes. Ces adhérences, communes aux capsules internes & à l'externe, annoncent que l'usage de ces capsules n'est pas tout-à-fait le même que celui que nous avons indiqué pour toutes les précédentes; elles ne favorisent point le glissement des tendons, mais elles paroissent destinées à les lier ensemble, à les brider au ligament annulaire & aux parties voisines, & à les empêcher de s'écarter les uns des autres. L'humeur dont elles sont abreuvées, empêche que les tendons qu'elles embrassent ne contractent des adhérences entr'eux, & elle favorise l'action isolée de ceux du sublime & du profond. La capsule externe commence plus haut sur les tendons du profond, que sur ceux du sublime, & elle paroît devoir sa naissance au premier de ces muscles.

S. III.

Lorsque les tendons du sublime & du profond sont par-

venus à la face interne des phalanges, & qu'ils ont passé ensemble sous le ligament cartilagineux placé au-dessus de l'articulation des premières phalanges avec la tête des os du métacarpe, ils adhèrent entr'eux immédiatement dans le lieu où ceux du profond traversent la gouttière formée par la fissure de ceux du sublime, par des productions tendineuses & membranofo-muqueuses, connues de plusieurs Anatomistes, mais qui n'ont point été décrites avec assez de précision. *Albinus* parle de l'existence de plusieurs cordelettes tendineuses, & de productions membraneuses situées dans cet endroit, mais la description qu'il en donne est fort obscure (i). *Jaencke* indique ces parties d'une manière si vague & si générale, qu'on seroit tenté de croire qu'il ne les a pas examinées (k). *M. Sabatier* en a fait une description succincte, mais beaucoup plus claire que celle d'*Albinus* (l). La structure de ces productions membraneuses est assez compliquée & assez singulière pour mériter d'être décrite avec la plus grande exactitude.

Vers la partie moyenne de la première phalange de chaque doigt, dans l'endroit où les deux bandelettes du sublime se rapprochent en arrière, après avoir laissé passer entr'elles le tendon du profond, on trouve deux cordelettes tendineuses arrondies, qui partent des bords des premières phalanges, au-dessous de l'insertion de

(i) Alb. hist. musculor. lib. III, pag. 482, 485, 486, 487.

(k) Loc. cit. pag. 13, litt. (i). « Quæ singulos digitorum tendines » ad extremam phalangam usque comitantur ».

(l) Traité d'Anatomie; Myolog. tome I, page 303. « La partie antérieure des tendons du profond est » liée à la concavité de la gouttière » que ceux du sublime forment au » devant d'eux, vis-à-vis la première » phalange des doigts, par une por-

tion membraneuse, molle & lâche « qui passe de l'un à l'autre. Les « deux parties des tendons du su- » blime tiennent ensemble derrière « celui du profond, & près de l'en- » droit où elles se rapprochent, au « moyen d'une membrane sem- » blable. Enfin ces mêmes parties « de tendons du sublime sont atta- » chées à la face antérieure des pre- » mières phalanges, par une portion « membraneuse de la même nature ».

leur ligament annulaire, & qui montent derrière les tendons du sublime, pour s'y insérer au lieu même où ils se collent ensemble. Du bord supérieur de ces deux cordeles, part une membrane molle, muqueuse, placée sous les bandelettes du sublime auxquelles elle est attachée, & qu'elle fixe à la moitié supérieure de la face interne de la première phalange; l'extrémité supérieure de cette membrane présente sur l'articulation de la première phalange avec la seconde, un écartement, ou une petite cavité dans laquelle on trouve un paquet de graisse rougeâtre & grenue, semblable à celle des articulations. Il s'échappe de ce point des filamens membraneux très-lâches qui passent à travers l'écartement supérieur des bandelettes du sublime, & viennent s'insérer, par trois ou quatre brides particulières, au tendon du profond. Ces filamens sont enduits de synovie, & semblent être de petits canaux destinés à verser cette liqueur à la surface des tendons du muscle profond. J'ai toujours vu l'une de ces brides membraneuses chargée de tissu cellulaire rougeâtre, passer de dedans en dehors, par un trou alongé de la bandelette interne ou cubitale des tendons du sublime, situé un peu au-dessus de l'écartement supérieur de ces deux bandelettes, & au-dessous de leur insertion à la seconde phalange. Cette bride perforante va se perdre, comme les autres, sur le tendon du profond.

Les Anatomistes n'ont point fait mention de cette ouverture que j'ai trouvée, dans toutes mes dissections, à l'extrémité supérieure de la bandelette interne de chaque portion digitale du sublime, un peu au-dessus de son second écartement d'avec la bandelette externe. *Albinus* paroît cependant l'avoir reconnue, dans la description obscure qu'il donne des productions membraneuses qui accompagnent les tendons du sublime & du profond dans les doigts (m) : ses expressions semblent annoncer qu'il a

(m) Page 486. « *Perforantemque continuitatem sublimis aut incidentem inter caudas infra continuitatem* ».

regardé cette structure comme peu constante, & il n'a pas indiqué que ce trou est toujours creusé dans la bandelette interne du tendon du sublime. Aucun anatomiste n'a décrit les paquets de glandes synoviales qui se rencontrent entre ces membranes muqueuses, si on excepte *Haller* qui en a fait mention dans sa grande physiologie, en parlant de la structure des tendons en général.

S. I V.

Le tendon du long fléchisseur du pouce, placé sur la face interne de la première phalange du pouce, après avoir passé sous le ligament annulaire particulier, fixé sur la base de cette première phalange, adhère à cet os par une bride ligamenteuse très-forte, dont le bord postérieur dégénère en une membrane aponévrotique qui se prolonge jusqu'à l'articulation de la première avec la seconde phalange. Cette membrane s'épanouit sur la face interne de la première phalange en s'écartant de chaque côté, & elle offre dans l'espace triangulaire formé par cet écartement, un paquet de graisse synoviale, semblable à celui que nous avons observé à chaque doigt. Cette structure du ligament & de la membrane, qui accompagne le tendon du long fléchisseur du pouce, ne ressemble point aux capsules muqueuses proprement dites, puisque l'épanouissement membraneux ne recouvre point le tendon, & ne fait que s'attacher à sa face interne. *Winslow* a indiqué cette bride ligamenteuse, sous le nom de *gaine membraneuse* (n); *Albinus* l'a décrite, mais sans parler du ligament qui lui donne naissance (o); *Sancke* ne l'a point connue, *M. Sabatier* en

(n) *Expos. anat. in-4.° page 202. 2.° colonne.*

» (o) *Hist. muscul. lib. III, p. 490.*

» *Quâ descendis secundum os primum,*

» *ab eâ parte quâ spectat os illud &*

» *quâ ibi quodam modo fissus est,*

*accipit membranâ latâ speciem, «
descendensem à mediâ latitudine «
ossis primi, sere per totam ejus lon- «
gitudinem; simili quæ adnexus est «
superiori parti ossis ultimi ».*

a fait mention , en annonçant que le tendon du long fléchisseur du pouce est retenu dans sa gaine par diverses productions membraneuses & lâches (p).

S. V.

Les muscles situés à la surface externe de l'avant-bras , étant plus nombreux que ceux qui occupent la face interne de cette partie, ils présentent aussi une plus grande quantité de capsules muqueuses; une des plus marquées & des plus grandes, est celle qui est commune aux tendons des deux radiaux externes. Cette capsule radiale externe commence avant le passage de ces tendons dans la gouttière osseuse qui les conduit sur la face convexe de la main. Elle est plus forte sur le radius, elle y paroît formée de deux lames qu'on peut séparer l'une de l'autre; elle s'élargit sur le carpe, dans le lieu où les deux tendons s'écartent, & elle présente beaucoup de graisse & de synovie dans cet endroit. Ensuite elle se divise en deux autres petites capsules qui accompagnent le tendon du premier radial jusqu'à son insertion au second os du métacarpe, & celui du second jusqu'au troisième os du métacarpe, où il se fixe. Quand on ouvre cette capsule sous le ligament annulaire externe, on trouve la face des tendons brillante & polie par l'humour synoviale qu'elle renferme. Sa paroi membraneuse adhère fortement à la face externe des deux tendons; & la gouttière osseuse du radius, dans laquelle ils sont reçus, n'offre point une surface polie, parce que la paroi interne de la capsule revêt cette gouttière, sur laquelle les tendons ne glissent point immédiatement. L'usage de cette capsule est de faciliter le mouvement de l'un de ces tendons sur l'autre, & de les fixer, à leur passage, sur les os qu'ils rencontrent. *Albinus* en a indiqué l'existence, sous la dénomination de *membranes tendineuses & glissantes* (q). *Jancke*

(p) *Traité d'Anat. tome I, page 306.*

(q) *Hist. musculor. lib. III, pag. 447. Eideinque lane adnexi subterdineis sequacibus, lubricisque membranis.*

en a fait trois capsules particulières, dont une est commune aux deux tendons des radiaux externes, & l'autre propre à chacun d'eux (r).

J'ai presque toujours trouvé une autre petite capsule entre le tendon du long supinateur & celui du premier radial externe, immédiatement au-dessus de l'insertion du premier de ces muscles à l'épine du radius.

S. V I.

Les tendons du long abducteur du pouce & du court extenseur de ce même doigt, sont collés ensemble au-dessus de ceux des deux radiaux externes; ils présentent, dans cet endroit, une capsule muqueuse qui enveloppe leur face externe, & qui facilite leur glissement réciproque. Une des extrémités de cette capsule les attache sur la portion du tendon du long supinateur vers son insertion, & annonce que ces deux muscles glissent sur ce dernier, dont la portion polie & brillante, renfermée dans cette capsule, favorise le mouvement. Cette capsule, après avoir lié les tendons du long abducteur & du court extenseur, soit entr'eux, soit avec ceux des radiaux externes & du long supinateur, s'étend & se prolonge au-delà de leur contact avec ces trois muscles, & accompagne les tendons auxquels elle est particulièrement destinée, dans le lieu où ils marchent seuls sur le radius: là, ils sont fortement retenus sur cet os, & en touchent immédiatement la surface. Bientôt cette capsule se partage en deux, dont l'une accompagne les tendons divisés du long abducteur, & l'autre celui du court extenseur, jusqu'à leur insertion. On trouve de la synovie dans toute la continuité de cette bourse capsulaire; la paroi interne est adhérente aux surfaces osseuses. Les Anatomistes n'ont point parlé de cette capsule, qui est cependant très-remarquable & d'une très-grande étendue.

(r) *Loco citato*, pag. 12. *secunda littera*. (b) (c) (d).

S. V I I.

Le tendon du long extenseur du pouce a une capsule muqueuse particulière qui naît avec lui du bas de sa chair, & qui le suit jusqu'à son insertion à la seconde phalange de ce doigt; cette capsule est très-sensible dans l'endroit où le tendon de ce muscle passe sur la coulisse du radius. La surface de l'os est lisse & polie, le tendon y glisse avec beaucoup de facilité, à cause de la synovie dont il est imprégné; la capsule muqueuse adhère fortement au radius dans cet endroit, ensuite elle se prolonge avec le tendon, elle l'entoure de toutes parts, & se termine un peu avant son insertion.

S. V I I I.

Les tendons de l'extenseur commun ont une capsule muqueuse très-belle, que l'on reconnoît facilement sous le ligament annulaire externe du carpe. C'est une membrane molle & lâche qui les lie ensemble dans leur passage sous ce ligament. M. *Sabatier* en a indiqué l'existence (f). *Jancke* a remarqué qu'elle se divise en autant de capsules particulières, qu'il y a de tendons dans ce muscle (t). Il en est de cette capsule comme de celle qui enveloppe les tendons du sublime & du profond; elle est formée de deux couches membraneuses, l'une externe qui constitue une capsule commune & générale, l'autre interne qui donne naissance à quatre capsules plus petites, dont chacune accompagne un tendon particulier de l'extenseur, jusqu'au dos de la première phalange de chaque doigt. Il y a beaucoup de synovie dans ces capsules; quoiqu'on n'y trouve ni glandes ni graisse. Souvent on rencontre en dehors une capsule muqueuse propre au tendon de l'extenseur du petit doigt.

(f) *Traité d'Anatomie, tome I, page 315.*

(t) *Loco citato, pag. 13.*

S. I X.

Le tendon du cubital externe est retenu sur l'apophyse styloïde du cubitus, par un ligament annulaire très-fort; & dans la coulisse particulière qui le reçoit on le voit couvert d'une capsule muqueuse assez large, & remplie de beaucoup de synovie; elle ne descend pas plus bas que le cubitus, & elle cesse bien avant l'insertion du tendon du cinquième os du métacarpe.



M É M O I R E.
SUR LA FORMATION ET LES PROPRIÉTÉS
DU GAZ HÉPATIQUE

Par M. DE FOURCROY.

Là
le 31 Janvier
1787.

L'ESPÈCE de fluide élastique inflammable & fétide qui se dégage des foies de soufre, mérite aujourd'hui toute l'attention des Physiciens. Les premiers chimistes qui ne l'ont considérée que comme une vapeur, n'ont point su qu'elle contenoit du soufre, & plusieurs en ont même nié l'existence dans cette vapeur. Quelques-uns croyoient que ce n'étoit que le phlogistique presque pur, & ils portoient ainsi le doute & l'incertitude dans la doctrine de Stahl, en admettant dans cet être, des propriétés toutes différentes de celles par lesquelles cet homme de génie l'avoit caractérisé (a). Leurs connoissances sur ce fluide élastique se bornoient à la vérité à quelques généralités vagues, telles que son odeur fétide, son action délétère sur la respiration, son inflammabilité, sa propriété de colorer les métaux, & de réduire les chaux métalliques. Meyer pensoit que le soufre extrêmement atténué par les substances alkales, se combinait avec le *causticum* de ces dernières, & qu'une partie dissoute & volatilisée par ce principe aussi peu démontré que le phlogistique, formoit la vapeur fétide qu'exhalent les

(a) Dans la vraie théorie de Stahl, qu'on a modifiée & presque contournée de toutes manières, le phlogistique pur n'avoit ni odeur, ni inflammabilité; mais il étoit seulement la cause de ces propriétés dans les composés dont il faisoit partie. Ce chimiste a dit positivement que le phlogistique n'étoit jamais

libre, ou qu'au moins dans son état de liberté, il n'étoit autre chose que le feu en action, & que comme phlogistique ou feu fixé, il passoit sans cesse d'un composé dans un autre. Macquer est peut-être le seul chimiste qui ait exposé dans ses ouvrages, la doctrine de Stahl dans toute sa pureté.

hépars. Aucun Chimiste n'avoit essayé de coërcer cette vapeur avant M.^r Schéele, Bergman & Priestley. Ces savans l'ayant rassemblée dans des cloches, en découvrirent bientôt les principaux caractères, & la rangèrent parmi les fluides élastiques permanens. Ils démontrèrent que ce gaz s'enflammoit par le contact d'un corps en combustion, qu'il contenoit du soufre, que l'air vital le décomposoit & en séparoit le soufre, ainsi que l'acide nitreux rutilant, & l'acide muriatique déphlogistiqué ou aéré; mais si Bergman fit une histoire exacte de ses principales propriétés, il ne fut point aussi heureux dans la recherche de sa nature & dans la théorie de sa formation, ainsi que de sa composition. En effet, en regardant ce gaz comme un composé de soufre, de phlogistique & de matière de la chaleur, & en admettant que tous les corps susceptibles de le décomposer, agissoient sur son phlogistique dont ils étoient très-avides; il devenoit impossible de concevoir comment l'acide nitreux rutilant, qu'il appelloit *phlogistique*, pouvoit en séparer le soufre, quoiqu'il fût lui-même surchargé de phlogistique, tandis que l'acide muriatique déphlogistiqué dans un état absolument opposé au premier, suivant la même doctrine, produisoit cependant le même effet sur ce fluide élastique.

M. Sennebier, dans ses recherches sur l'air inflammable & sur ses différentes espèces, a parlé assez au long du gaz hépatique; mais malgré ses nombreuses expériences sur ce fluide élastique, il n'en a pas mieux connu la nature & la composition que les chimistes précédens; il a même porté plus de difficultés dans son histoire, en regardant ce gaz comme un composé d'alkali, de soufre & de phlogistique.

M. Gengembre est le premier qui, dans un Mémoire lu à l'Académie sur la composition du gaz phosphorique & du gaz hépatique, a regardé ces deux corps comme de vraies dissolutions de phosphore & de soufre dans le gaz inflammable aqueux. Déjà Schéele avoit observé que le soufre chauffé dans l'air inflammable, donnoit à ce dernier une forte odeur hépatique; & si cette expérience ne

l'avoit point éclairé sur la composition de ce gaz, c'est qu'il avoit trouvé que ce fluide élastique, formé sans alkali, ne se mêloit point à l'eau, comme celui que les acides dégagent des hépars.

La théorie que M. Gengembre a exposée dans son Mémoire, est la seule qui s'accorde avec tous les faits relatifs à la formation & à la décomposition du gaz hépatique. Comme il n'avoit point entrepris un examen suivi des propriétés de ce gaz qu'il n'a fait que comparer au gaz phosphorique, il m'a paru utile de réunir les principaux faits déjà connus sur la nature du gaz hépatique, à ceux que m'ont offerts des recherches assez multipliées sur ce fluide élastique. Je m'occuperai spécialement dans ce Mémoire, des diverses circonstances qui favorisent la production du gaz hépatique, de quelques modifications qui lui sont particulières, de son union avec l'eau, & de sa décomposition par l'air & par les acides (b).

A R T I C L E P R E M I E R.

Des diverses circonstances où se forme le Gaz hépatique, ou de l'hépatifation en général.

POUR obtenir le gaz hépatique, on met du foie de soufre fait par la fusion & réduit en poudre grossière dans un flacon garni d'un tube recourbé qui plonge sous des cloches pleines d'eau chaude; on verse un acide sur ce foie de soufre, il se dégage alors avec une vive effervescence un

(b) Je ne considère dans ce Mémoire, que le gaz hépatique inflammable. M. Hallenfratz a fait voir dans un Mémoire lu en Mai 1785, que l'acide crayeux qu'on fait passer à travers le soufre fondu, en dissout une portion & acquiert l'odeur hépatique; on fait aussi que la mofette, le gaz nitreux, dissolvent également

le soufre, & que ces dissolutions aëriiformes ont toutes une odeur plus ou moins fétide; mais ces gaz mixtes diffèrent tous par leur prompte décomposition, par leur indissolubilité, & par plusieurs autres propriétés, du vrai gaz hépatique inflammable dont il est question dans ce Mémoire.

fluide élastique qui se rassemble au-dessus de l'eau; celle-ci chaude à 36 ou 40 degrés n'en dissout que très-peu : on ne peut pas recueillir ce gaz au-dessus du mercure, parce qu'il est en partie décomposé par ce métal, comme l'a vu M. Senneber. Bergman croyoit que ce fluide élastique étoit tout contenu dans l'hépar; mais M. Gengembre a fait observer que du soie de soufre fait par la fonte n'a point d'odeur fétide tant qu'il est sec, qu'il n'en prend qu'à mesure qu'il attire l'humidité, & que l'eau est la cause de sa formation : aussi l'acide que l'on emploie pour obtenir ce gaz avec un hépar sec, ne paroît-il en produire qu'en raison de l'eau qu'il contient. Pour prouver cette vérité, j'ai fait plusieurs expériences dont j'exposerai ici le simple résultat. 1.° Le soie de soufre sec, chauffé dans une cornue ne donne point de gaz hépatique, mais le soufre s'en sublime en grande partie & sans altération par une très-haute température. 2.° Le même hépar humecté avec une très-petite quantité d'eau, fournit par la distillation une grande quantité de gaz hépatique; M. Gengembre a obtenu le même résultat de ses expériences. 3.° Du soie de soufre en poudre & bien sec, mis dans une cloche pleine de gaz acide muriatique, devient tout blanc; le soufre s'en sépare sans effervescence apparente, & il ne se produit que très-peu de gaz hépatique, en raison de la petite quantité d'eau dissoute dans l'air acide. 4.° Si l'on fait passer dans le même appareil quelques gros d'eau, l'effervescence a lieu, & le gaz hépatique dégagé se reconnoît à tous ses caractères. 5.° L'acide boracin, l'acide arsénical desséchés & fondus en verre, séparent le soufre de l'alkali; mais cette opération faite dans des cornues avec l'appareil pneumatique-chimique, ne donne point de fluide élastique. On voit donc par ces expériences, que si les acides dégagent du gaz hépatique des soies du soufre, ce n'est qu'en raison de l'eau qu'ils contiennent.

M. Gengembre croit que l'influence de l'eau pour la production du gaz hépatique est dûe à sa décomposition; & quoique le soufre ni l'alkali n'aient point la propriété de

décomposer l'eau séparément, cette décomposition s'opère en vertu de la forte attraction avec laquelle l'alkali tend à s'unir avec le soufre changé en acide vitriolique. Le soufre ne peut éprouver ce changement que par sa combinaison avec l'air vital, & sollicité, pour ainsi dire, à cette combinaison par l'alkali, il enlève l'oxygène à l'eau, dont le gaz inflammable dégagé, entraîne avec lui une portion de soufre.

Pour se convaincre de la décomposition de l'eau dans cette production du gaz hépatique, il suffit d'observer, 1.^o que le fer & le soufre mêlés avec un peu d'eau, donnent à la distillation une grande quantité de gaz hépatique; 2.^o qu'en dissolvant, suivant le procédé de Schéele, une pyrite artificielle, composée de trois parties de fer & d'une de soufre dans l'esprit de vitriol, on a une très-grande quantité du même gaz; 3.^o qu'en mettant du soufre en poudre fine dans une dissolution de fer par l'acide vitriolique aqueux, le gaz inflammable qui se dégage, prend tout-à-coup une odeur hépatique; enfin que, suivant l'observation de M. Sennebler, l'acide muriatique est celui qui donne le plus de gaz hépatique avec les foies de soufre en raison de l'adhérence des principes de cet acide, plus forte que celle des composans de l'eau qui se séparent alors avec assez de facilité. Mais toutes ces observations, dont la plupart ont déjà été présentées par M. Gengembre, ne seroient que des assertions seulement probables, si on ne présentait pas des preuves directes de la décomposition de l'eau dans ces expériences. Je regarde comme une de ces preuves convaincantes, l'existence de l'acide vitriolique tout formé dans les hépars, d'où il s'est dégagé la plus petite quantité de gaz hépatique. L'eau ne peut être décomposée par le foie de soufre, sans que son air pur ne se porte sur le soufre & ne le change en acide vitriolique, en même temps que son gaz inflammable dissout une portion de soufre pour former du gaz hépatique. Aussi, lorsqu'on a distillé un hépar humecté, & qu'on en a retiré beaucoup,

de gaz, le résidu contient un sel vitriolique; si l'on pousse fortement le feu dans cette expérience, tout le soufre excédant à la quantité nécessaire pour décomposer l'eau, se sublime, & ce qui reste dans la cornue n'est plus qu'un sel vitriolique pur; si l'on emploie un foie de soufre tout-à-fait dissous dans l'eau, on obtient une très-grande quantité de gaz hépatique, & le résidu n'est plus qu'un vitriol salin sans mélange de soufre, parce que, dans ce cas, l'eau a réduit tout ce soufre, soit en acide vitriolique qui s'est uni à la base alcaline de l'hépar, soit en gaz hépatique qui s'est dégagé. Il en est de même, d'après mes expériences, lorsqu'on décompose quelque hépar que ce soit, terreux ou alcalin, par l'acide muriatique qui donne le plus de gaz hépatique, comme nous l'avons dit. En dissolvant dans l'eau le muriate formé par l'union de cet acide avec la base du foie de soufre, on trouve des traces très-sensibles d'acide vitriolique dans cette dissolution.

Essayons de prouver actuellement que la production du gaz hépatique dans la Nature, est due à la même cause: les circonstances où se forme ce fluide élastique, si reconnaissable par son odeur & par son action sur les métaux, sont on ne sauroit plus nombreuses. L'efflorescence & la vitriolisation des pyrites & de plusieurs mines, la coction & sur-tout la fermentation putride de presque toutes les substances végétales & animales, sont les principaux phénomènes qui développent la naissance du gaz hépatique. La propriété active & décomposante que le fer a sur l'eau, explique facilement, comme nous l'avons déjà dit, la naissance du gaz hépatique, puisque le dégagement du gaz inflammable du milieu d'un mélange sulfureux, suffit pour sa production; mais l'efflorescence & la vitriolisation qui ont également lieu dans des mines dont les métaux ne sont pas susceptibles de décomposer l'eau, tels que le plomb & le cuivre, paroissent présenter, au premier coup-d'œil, une grande difficulté; cependant, en calculant la réunion de plusieurs attractions agissant en même temps, on con-

cevra facilement ce que les anciennes théories chimiques, dans lesquelles on n'associoit point assez toutes les forces simultanées des corps qui sont en contact, ne pouvoient faire entendre. En effet, quoique le plomb & le cuivre ne décomposent point l'eau quand ils sont seuls, ils ont cependant une attraction assez forte pour s'unir à l'oxygène qui est un des principes de ce fluide; le soufre, qui seul n'a pas plus d'action sur l'eau & ne la décompose pas, a aussi une attraction calculable avec l'oxygène de l'eau; & ce que ces attractions isolées ne peuvent pas faire, elles le font très-aisément lorsqu'elles agissent en même temps: joignons à ces deux forces celle qu'a le gaz inflammable, autre principe de l'eau, pour s'unir au soufre, & nous aurons une somme d'attractions capables de décomposer ce fluide. Telle est la théorie simple & que le calcul démontrera quelque jour rigoureusement, à l'aide de laquelle on conçoit comment des métaux qui ne peuvent pas plus décomposer l'eau, lorsqu'ils sont seuls, que ne le fait le soufre isolé, en deviennent susceptibles lorsque des acides, ou le soufre, ou des alkalis, agissent en même temps sur elle.

Beaucoup de végétaux exhalent, soit dans leur état naturel, soit à l'aide d'une légère chaleur, soit par celle de l'ébullition, une quantité remarquable de gaz hépatique. On a reconnu aujourd'hui la présence du soufre dans l'esprit rectifié du cochléaria, du cresson, du raifort, de l'ail, de l'oignon; ce soufre y est dans l'état de gaz hépatique, comme le prouvent l'odeur fétide de ces végétaux, les couleurs qu'ils donnent aux métaux, & l'impossibilité d'en séparer ce corps combustible, par les acides simples. La coction développe le même gaz dans toutes les espèces de choux; on connoît assez la fétidité de l'eau dans laquelle on a fait cuire ces végétaux: les acides simples ne troublent point ces décoctions faites dans l'eau distillée, mais les dissolutions métalliques y indiquent le gaz hépatique par les précipités noirs qu'elles y forment, & le muriate barytique y décele la présence de l'acide vitriolique. Le soufre contenu
dans

tenu dans tous ces végétaux y décompose donc l'eau, à l'aide des matières alkalines ou terreuses qui y existent aussi; & cette décomposition donne naissance au gaz hépatique. Ce phénomène a également lieu pendant la cuisson des œufs; il n'y existe certainement pas de gaz hépatique tout formé avant l'action du feu; mais on sait que la matière alumineuse contient du soufre & de la soude: ces deux substances réagissent sur l'eau, à l'aide de la chaleur, & la décomposition forme de l'acide vitriolique qui reste uni avec la soude dans l'œuf durci, & du gaz hépatique qui se dégage.

Il en est absolument de même de la production de ce gaz par la putréfaction, qui en dégage si abondamment des fumiers entassés, & de toutes les substances végétales ou animales exposées à cette fermentation. Je prouverai, dans des recherches d'une autre nature, que la putréfaction est uniquement due à la décomposition de l'eau, que c'est à cette décomposition qu'il faut attribuer la formation de l'alkali volatil; je ne dois m'occuper ici que de celle du gaz hépatique, elle a lieu par la même cause. Le soufre produit de la décomposition des vitriols alkalins ou terreux contenus dans ces substances, réagit en même temps que la base de ces sels, sur l'eau nécessaire pour le développement de la putréfaction; & le gaz inflammable séparé de l'air vital, se dégage chargé de la quantité de soufre qu'il peut dissoudre à cette température. C'est peut-être aussi à la dissolution du phosphore par le gaz inflammable de l'eau, que sont dues ces lueurs légères qu'on observe, à certaines époques de la putréfaction, sur les matières animales.

Il suit de cet exposé & des expériences qui lui ont donné lieu, que la formation & le dégagement du gaz hépatique sont dus à la décomposition de l'eau, que ce phénomène est un des plus fréquens que présente la Nature dans ses opérations; & qu'il mérite, à raison de son im-

Mém. 1786.

H

fluence & de son énergie, le nom particulier d'*hépatifation*, par lequel je crois devoir le désigner.

ARTICLE II.

De quelques modifications du Gaz hépatique.

UNE des propriétés les plus singulières & les plus frappantes du gaz hépatique, c'est la variété de l'odeur qu'il répand dans les diverses circonstances de sa formation: tous les Chimistes ont observé qu'il est plus ou moins fétide, & que la fétidité est modifiée de différentes manières très-difficiles à décrire. Les recherches particulières auxquelles je me suis livré depuis plusieurs années sur ce gaz, m'ont sur-tout appris à distinguer parmi les nombreuses modifications de son odeur, dont je n'entreprendrai point de parler ici, trois états principaux qu'il est aisé de caractériser & de reconnoître. La première est l'extrême fétidité qui se développe avec une grande énergie, & qui a une action très-vive sur la respiration; on remarque celle-ci en décomposant les hépars antimoniés, & en préparant les soufres dorés; mais on peut la produire à volonté en précipitant les foies de soufre quelconques chauffés à 80 degrés environ. La seconde modification remarquable est une fétidité beaucoup plus foible que la précédente, & qui n'est pas rebutante comme elle; celle-ci est l'odeur hépatique ordinaire ou la plus commune, que répandent les eaux hépatifées naturelles, les matières animales en putréfaction, les dissolutions étendues des foies de soufre précipités à froid par les acides. Pour trouver la cause de la différence de ces deux odeurs que tous les Chimistes ont remarquées sans en apprécier la nature, j'ai fait les expériences suivantes: dans une dissolution saturée & bouillante d'hépar barytique ou à base de terre pesante, j'ai versé de l'acide muriatique très-pur & fumant, il s'est dégagé tout-à-coup & en bulles très-grosses une quantité

considérable de gaz hépatique d'une odeur insupportable, & d'une action si vive sur les poumons, qu'un Elève qui m'aideroit en auroit été complètement alphixié si je n'avois pas eu l'attention de le faire porter promptement au grand air; mais ce qui est très-remarquable dans cette expérience, c'est qu'il n'y a eu que très-peu de soufre précipité, & qu'il est resté très-long-temps suspendu dans la liqueur. Une autre dissolution de cet hépar barytique très-étendue d'eau, & froide, unie avec le même acide, n'a point donné, à beaucoup près, une égale quantité de gaz hépatique, & ce gaz n'avoit qu'une fétidité supportable; mais le soufre précipité étoit en gros flocons très-abondans. On pourroit croire que la différence de ces deux expériences n'étoit due qu'à ce que l'eau très-chaude dans la première, n'avoit point dissous de gaz hépatique, & l'avoit laissé échapper tout entier, tandis que dans la seconde, l'eau froide en avoit dissous beaucoup en raison de sa température; j'avouerai même que telle fut d'abord l'opinion que je me formai de ce phénomène, les premières fois que je l'observai; mais ayant ensuite réfléchi sur la quantité de soufre précipité, beaucoup plus considérable que j'obtenois dans la seconde expérience que dans la première, je soupçonnai qu'il y avoit une autre cause de cette différence. Des essais sur ces deux gaz hépatiques recueillis dans des appareils pneumatiques, m'apprirent bientôt que celui qui est dégagé d'une dissolution chaude & très-chargée de soie de soufre, est peu dissoluble dans l'eau, qu'il est réellement plus fétide, & qu'il contient plus de soufre que celui que l'on obtient d'une dissolution froide. En le conservant dans des cloches, on le voit se troubler & diminuer de volume à mesure que sa température s'abaisse: si on le fait passer à travers de l'eau récemment distillée & froide, il la rend louche & dépose du soufre, parce que sa chaleur est enlevée par ce liquide; en un mot, c'est du gaz hépatique surchargé de soufre; cette propriété dépend de l'élévation de température qui favorise singulièrement la décompo-

sition de l'eau, le dégagement du gaz inflammable & la dissolution du soufre dans ce fluide élastique. On voit donc que la chaleur forte d'une dissolution de foie de soufre, au moment où on la précipite par un acide, donne naissance à une très-grande quantité de gaz hépatique, & surcharge celui-ci de soufre, de manière que la portion de ce corps combustible précipitée doit être, toutes choses d'ailleurs égales, moins abondante que lors de la décomposition d'un foie de soufre dissous dans l'eau froide. Je crois pouvoir conclure de-là que l'extrême fétidité de l'odeur du gaz hépatique distingué dans la première modification, ne dépend que d'un excès de soufre dissous dans le gaz inflammable, à l'aide d'une température beaucoup plus élevée que celle qui existe naturellement dans l'air de notre climat; & que réciproquement cet excès de soufre est la cause de l'odeur forte, du peu de solubilité & des autres propriétés qui distinguent le gaz hépatique dans cet état.

La troisième modification particulière de ce gaz est celle que je désigne par le nom d'*alliacé*; tel est le gaz qui se dégage sans cesse de l'ail & de plusieurs autres plantes de ce genre. On retrouve exactement cette odeur dans le soufre uni à l'esprit-de-vin, dans celui qui se dépose des dissolutions spiritueuses de foie de soufre qu'on fait chauffer; les dissolutions du même corps combustible dans les huiles grasses & dans les graisses, présentent la même odeur. Les gommes résines qui ont une très-forte odeur alliagée, comme l'*assa fœtida*, le *galbanum*, donnent un gaz hépatique de la même nature, par l'action du feu & de l'acide muriatique. En général, cette troisième modification très-singulière du gaz hépatique existe dans les combinaisons du soufre avec les corps huileux, & voilà pourquoi elle est si commune dans les végétaux. Je ne puis jusqu'actuellement que soupçonner la cause de cette modification du gaz hépatique; sa décomposition lente, son union difficile avec l'eau, l'espèce de ténacité avec laquelle il adhère aux substances visqueuses

& grasses, semblent annoncer qu'il est dans un état opposé au premier, & que sa différence est dûe à un excès de gaz inflammable. Une expérience que j'ai décrite dans un autre Mémoire, vient à l'appui de ce soupçon: lorsqu'on prépare du foie de soufre à froid, en triturant, comme je l'ai indiqué, de l'alkali fixe caustique avec du soufre, & mieux encore avec de l'antimoine, il se dégage une odeur hépatique manifestement alliée; l'eau atmosphérique attirée par l'alkali, est décomposée comme dans toute hépatifation; le gaz inflammable qui s'en dégage ne peut pas dissoudre autant de soufre, parce que celui-ci n'est pas à beaucoup près aussi divisé que dans les procédés ordinaires; & le gaz hépatique qui se forme paroît devoir son odeur foiblement fétide & alliée, à l'excès de gaz inflammable.

ARTICLE III.

De l'union du Gaz hépatique avec l'Eau, & de sa décomposition par l'air.

SCHÉELE & Bergman ont connu & déterminé la dissolubilité du gaz hépatique dans l'eau: je n'ajouterai à ce qu'ils ont dit, que quelques observations qui leur ont échappé. Il faut que ce gaz ne soit ni trop chargé de soufre, ni trop abondant en gaz inflammable, pour être bien dissoluble dans ce fluide. L'eau qui contient de l'air, en décompose une partie, à mesure qu'elle s'en sature; & lorsqu'on aura déterminé la quantité d'air nécessaire pour décomposer ce gaz, on pourra se servir de ce procédé pour connoître celle de l'air pur contenu dans l'eau; comme une pinte d'eau peut dissoudre, à une température moyenne, à peu près dix-huit pouces cubes de ce gaz, on conçoit qu'une dissolution très-étendue de foie de soufre ne fait point effervescence avec un acide, parce que le gaz hépatique qui se dégage se dissout à mesure dans l'eau; aussi la même liqueur hépatique qui ne donne point de gaz par un acide,

quand elle est froide, en donne très-sensiblement lorsqu'elle est bouillante.

La décomposition du gaz hépatique par l'air pur, est une des plus belles découvertes de Bergman, quoiqu'il n'ait pas connu la vraie cause de cette décomposition; on conçoit, d'après tout ce qui a été exposé jusqu'ici, qu'elle est due à l'attraction du gaz inflammable pour l'air pur, qui est plus forte que celle qui unit ce gaz au soufre, & qu'à mesure que celui-ci se dépose, il se forme de l'eau; telle est la cause du soufre déposé à la surface des eaux hépatisées naturelles. Schéele s'est servi des dissolutions de soie de soufre, pour connoître la quantité d'air vital contenu dans l'atmosphère. Le gaz hépatique, ou l'eau chargée de ce gaz produisent cet effet plus promptement, lorsqu'on les emploie en suffisante quantité; & j'ai mis ce procédé en usage pour obtenir la mofette atmosphérique pure & isolée; mais il y a dans cette action de l'air vital sur le gaz hépatique, un autre phénomène qui n'a point encore été indiqué par les chimistes: en distillant de l'eau hépatisée, le produit liquide qu'on en obtient, contient une partie du gaz hépatique dissout; une autre portion de ce gaz hépatique dégagée de l'eau par la chaleur, se décompose par l'air contenu dans l'appareil distillatoire: c'est à cette décomposition qu'est due la légère pellicule sulfureuse qui recouvre l'eau du récipient, & la poussière qui en revêt les parois: si l'on examine ensuite l'eau condensée dans le récipient, après l'avoir filtrée pour en séparer le soufre qui la trouble, on y trouve des traces d'acide vitriolique que le muriate barytique y rend très-sensible; cet acide n'a pu y être formé que par l'union de l'air du récipient avec le soufre très-divisé du gaz hépatique. J'ai observé la même production d'acide vitriolique dans l'eau hépatisée artificielle, exposée à l'air jusqu'à son entière décomposition. L'air pur ne se porte donc pas seulement sur le gaz inflammable du gaz hépatique, il se combine encore avec une portion du soufre qu'il en, sépare; telle est

l'origine des concrétions de saveur acide qu'on trouve sur les voutes des sources sulfureuses, & notamment à celle d'Enghien. C'est par un mécanisme semblable, que du foie de soufre solide ou liquide exposé à l'air, se convertit peu-à-peu en sel vitriolique, mais cette conversion est plus lente que celle qui a lieu dans le gaz hépatique: il est encore digne de remarque, que l'air vital, dans son état de fluide élastique, décompose moins promptement le gaz hépatique, que ne le fait la base oxygène, fixée dans les différentes matières avec lesquelles elle a moins d'affinité qu'elle n'en a pour s'unir au gaz inflammable; c'est pour cela que les chaux métalliques & quelques acides, dans un état de demi-décomposition, séparent plus promptement les principes du gaz hépatique que ne le fait l'air.

ARTICLE I V.

De l'action des acides sur le Gaz hépatique.

SCHÉELE & Bergman n'ont connu que deux acides capables de décomposer le gaz hépatique & d'en précipiter le soufre, savoir, l'acide nitreux rouge, & l'acide muriatique déphlogistiqué. M. Senneber dit cependant que l'acide vitriolique le décompose, mais il paroît qu'il a opéré sur du gaz hépatique surchargé de soufre, car il est certain que celui qui est dans l'état ordinaire, ne dépose point de soufre par les acides simples: le même Physicien a vu la décomposition de ce gaz par l'acide sulfureux, mais il n'a rien dit sur la cause de ce phénomène qui étoit très-embarrassant dans la théorie de Bergman; en effet, comment l'acide nitreux rutilant, dont l'état est opposé à celui de l'acide muriatique déphlogistiqué, pouvoit il produire le même effet? La doctrine que nous avons exposée dans ce Mémoire, explique très-bien cette décomposition; on voit qu'elle est due à l'action de l'air pur, ou plutôt de l'oxygène très-peu adhérent dans l'acide nitreux fumant, & dans l'acide muriatique aéré; pour prouver cette assertion, j'ai multiplié les expériences

au point de ne laisser aucun doute ; j'ai trouvé que c'est le gaz nitreux surabondant dans l'acide rutilant, qui décompose le gaz hépatique, puisque ce dernier mêlé avec du gaz nitreux se trouble tout-à-coup ; en employant une assez grande quantité de gaz hépatique, je suis parvenu à enlever tout l'oxygène qui reste encore dans le gaz nitreux, & à mettre la mofette entièrement à nu.

L'acide muriatique aéré dans l'état aériforme, a une action si puissante sur le gaz hépatique, que le mélange de ces deux fluides élastiques produit tout-à-coup de la chaleur, éprouve une diminution considérable, & précipite le soufre sous la forme d'un nuage jaune, épais & très-abondant ; le gaz sulfureux produit absolument le même effet avec le gaz hépatique ; ce qui prouve que l'oxygène que contient cet acide, quoique moins abondant que dans le vitriolique, lui est aussi moins adhérent, comme cela a lieu dans le gaz nitreux ; mais j'ai observé dans l'action de ces trois acides sur le gaz hépatique, qu'on eroiroit la même au premier coup-d'œil, des différences très-singulières, & qu'il est impossible d'expliquer sans le secours de la théorie moderne.

1.^o L'oxygène contenu dans le gaz nitreux n'y est que peu adhérent, de sorte que le gaz inflammable de la vapeur hépatique l'absorbe tout entier, & laisse la mofette isolée ; cependant quoique le soufre dissout par le gaz inflammable ait beaucoup de tendance pour s'unir à l'oxygène, une quantité de gaz nitreux surabondante à celle qui est nécessaire pour absorber le gaz inflammable ne brûle point le soufre qui se précipite toujours ; ce qui paroît prouver qu'à une température moyenne l'oxygène a plus d'affinité avec la mofette qu'avec le soufre, car on sait qu'à la température nécessaire pour enflammer ce corps combustible, ses attractions électives changent, & il décompose l'acide nitreux en lui enlevant une grande partie de son oxygène. C'est en raison de cette affinité plus foible à une température moyenne entre l'oxygène & le soufre, qu'entre l'oxygène & la

& la mofete, que de l'eau hépatifée précipitée par l'acide nitreux fumant mis en excès, ne donne aucune trace d'acide vitriolique.

2.^o Dans l'acide muriatique aéré, l'oxygène dont il est surchargé, y tient encore moins que dans le gaz nitreux; c'est pour cela que si on verse de l'eau hépatifée dans une grande quantité de cet acide aéré, on n'a point de soufre précipité: cette observation qui a échappé à Bergman, est importante pour l'analyse des eaux hépatifées; parce que quand on verse dans ces eaux une trop grande quantité de cet acide aéré, il ne se forme point de précipité. En examinant l'eau hépatifée artificielle qu'on a mêlée avec assez d'acide muriatique aéré pour ne point obtenir de précipité, j'y ai trouvé de l'acide vitriolique, ce qui prouve que l'oxygène excédant de l'acide muriatique se porte sur le soufre, & le brûle après avoir absorbé le gaz inflammable. Pour convertir ainsi le soufre du gaz hépatique en acide vitriolique, il faut nécessairement verser l'eau hépatifée avec précaution & en petite quantité dans l'acide muriatique déphlogistiqué; car j'ai remarqué que quand le soufre est une fois précipité en poussière ou en flocons, un très-grand excès de cet acide ne peut pas le redissoudre.

3.^o L'action de l'acide sulfureux sur le gaz hépatique, est un des faits qui paroît d'abord le plus difficile à expliquer. On conçoit qu'il ne peut pas absolument s'accorder avec la théorie du phlogistique, & qu'il est plus propre à l'infirmer, puisque cet acide déjà surchargé de ce principe n'est pas capable d'en absorber de nouveau. Cette explication devient beaucoup moins difficile dans la doctrine actuelle; l'acide sulfureux abandonne une portion de son oxygène qui est moins adhérente que dans l'acide vitriolique, au gaz inflammable du gaz hépatique; mais il ne le lui cède pas tout entier, comme le font le gaz nitreux & l'acide muriatique aéré. Pour m'assurer de ce fait, j'ai précipité des quantités égales de la même eau hépatifée artificielle & naturelle, par l'acide nitreux & par l'acide

Mém. 1786.

I

sulfureux ; j'en ai obtenu constamment la même quantité de soufre , & il est certain que si l'acide sulfureux perdoit tout son oxygène en décomposant le gaz hépatique , le soufre de cet acide devenu insoluble dans l'eau , se seroit déposé avec celui du gaz , & la quantité de ce précipité auroit été plus considérable que celle du soufre séparé par l'acide nitreux fumant. Il paroîtroit d'après cette expérience , que l'acide sulfureux comparé à l'acide vitriolique , contient encore une très-grande quantité d'oxygène ; qu'une partie de ce principe y est presque libre , comme l'indique d'ailleurs son odeur vive & sa propriété décolorante , analogues à celles de l'acide muriatique aéré , & qu'une autre partie qui suffit pour rendre le soufre acide & soluble y est beaucoup plus adhérente , & ne peut lui être enlevée par le gaz inflammable uni au soufre ; c'est pour cela que le gaz hépatique ne détruit point l'acidité , & ne sépare point le soufre de l'acide sulfureux.

Tels sont les principaux faits que je me proposois de réunir dans ce Mémoire , sur la nature & les propriétés du gaz hépatique ; ils m'ont paru propres à confirmer la théorie que j'ai exposée , ils prouvent que l'examen de ce fluide élastique peut conduire à la connoissance de plusieurs phénomènes qui n'ont point encore été convenablement appréciés , & doit être nécessairement lié aux recherches pneumatiques , dont les chimistes modernes se sont occupés avec tant de succès.



QUATRIÈME MÉMOIRE SUR L'ÉLECTRICITÉ,

*Où l'on démontre deux principales propriétés du
Fluide électrique :*

*La première, que ce fluide ne se répand dans aucun corps
par une affinité chimique ou par une attraction élective,
mais qu'il se partage entre différens corps mis en contact
uniquement par son action répulsive ;*

*La seconde, que dans les corps conducteurs le fluide
parvenu à l'état de stabilité, est répandu sur la surface
du corps, & ne pénètre pas dans l'intérieur.*

Par M. COULOMB.

I.

Nous avons déterminé dans les trois Mémoires qui précèdent, la loi de répulsion du fluide électrique de même nature, & celle d'attraction des deux fluides électriques de différentes natures, & nous avons prouvé, par des expériences très-simples & qui paroissent décisives, que cette action étoit très-exactement en raison inverse du carré des distances. Nous avons également prouvé, par des expériences du même genre, que l'action, soit répulsive, soit attractive du fluide magnétique, suivoit la même loi. Dans le troisième Mémoire, nous avons déterminé suivant quelle loi la densité électrique d'un corps isolé décroissoit, soit par le contact de l'air plus ou moins humide, soit le long des soutiens idio-électriques lorsqu'ils n'ont pas une longueur

suffisante; ce qui dépend principalement, ainsi que nous l'avons vu, du plus ou moins d'idio-électricité de ces sou-tiens, de leur plus ou moins d'affinité avec les vapeurs aqueuses, de l'état de l'air, de la densité du fluide élec-trique du corps isolé, & de la grosseur de ce corps.

I I.

NOUS nous servirons ici de la balance décrite dans notre premier Mémoire, imprimé dans le volume de 1783. Tout le changement que nous y avons fait, c'est de sub-stituer à la bande de papier collée autour du cylindre qui renferme l'aiguille, & qui, divisée en degrés, sert à déter-miner la distance des deux balles, un cercle de bois posé sur quatre piliers, dont le diamètre est à peu-près double de celui du cylindre : l'on place ce cercle de manière que son centre se trouve dans l'à-plomb du fil qui suspend l'ai-guille, & que la première division de ce cercle réponde à l'alignement du fil de suspension & du centre de la balle soutenue par l'aiguille, lorsque l'aiguille s'arrête na-turellement, & que l'index du micromètre répond aussi à la première division du cercle du micromètre.

Nous devons cependant avertir que depuis la lecture du Mémoire que nous citons, & qui contient la description de cette balance, nous en avons construit plusieurs autres d'une forme différente: la plus grande est carrée, elle a trente-deux pouces de côté, vingt pouces de hauteur, elle est fermée sur les côtés par quatre glaces fixées par un enduit idio-élec-trique, dans des châssis très-légers de bois passés au four, enduits à chaud d'un vernis formé de gomme-laque & de térében hine. Au-dessus de la boîte, est une traverse qui porte un cylindre vertical de verre de quinze pouces, sur-monté d'un micromètre; un cercle placé en-dehors de cette boîte sert à mesurer la distance des balles. Dans cette balance, l'on peut faire des expériences avec des globes électrisés de quatre à cinq pouces de diamètre : dans la première balon e dont le cylindre n'a qu'un pied de diamètre, l'on

ne pouvoit employer que des globes tout au plus d'un pouce de diamètre. Mais il faut remarquer qu'il y a ici beaucoup de cas où les expériences en petit sont plus décisives que celles en grand, parce que l'attraction ou la répulsion du fluide électrique étant pour chaque élément, en raison inverse du carré des distances, pour que les résultats soient simples, il faut presque toujours que la distance des corps dont on veut mesurer l'action réciproque, soit beaucoup plus grande que les dimensions particulières de ces corps.

III.

PREMIER PRINCIPLE.

Le fluide électrique se répand dans tous les corps conducteurs suivant leur figure, sans que ce fluide paroisse avoir de l'affinité ou une attraction élective pour un corps préférablement à un autre.

J'AI suspendu dans le trou de la balance, à la hauteur de la balle de l'aiguille, une petite balle de cuivre de huit lignes de diamètre, soutenue par un petit cylindre de gomme-laque. Le centre de cette balle étoit placé de manière qu'il répondoit à l'alignement du fil de suspension, & de la première division du cercle placé en dehors de la balance. La balle de l'aiguille qui touchoit contre la balle de cuivre, se trouvoit par-là éloignée de la position où la torsion est nulle, de la somme des demi-diamètres des deux balles en contact.

Expérience.

L'on a électrisé les deux balles par le procédé décrit dans le premier Mémoire; l'aiguille a été chassée à peu près vers 48 degrés. Au moyen du bouton du micromètre l'on a tordu le fil de suspension de 120 degrés, pour ramener la balle de l'aiguille vers celle de cuivre, & l'on a attendu que l'aiguille cessa d'osciller; elle s'est arrêtée

à 28 degrés : dans cet état, j'ai fait tout de suite toucher la balle de cuivre de huit lignes de diamètre par une balle de sureau, exactement de la même grosseur, soutenue par un petit cylindre de gomme-laque. En retirant la balle de sureau, l'aiguille s'est rapprochée de la balle de cuivre; & pour la ramener à la première distance de 28 degrés, j'ai été obligé de détordre le fil; en sorte que le micromètre, avant le contact, marquoit 120 degrés, qu'après le contact, il ne marquoit plus que 44 degrés.

2.^{me}
Expérience.

Au lieu de la balle de cuivre, j'ai suspendu dans le trou de la balance, au moyen d'un petit cylindre de gomme-laque, un cercle de fer de dix lignes de diamètre, dont le plan vertical passoit par le point zéro du cercle extérieur à la balance qui sert à mesurer la distance des balles, & par le fil de suspension de l'aiguille. Ayant ensuite, comme dans l'expérience précédente, électrisé la balle de l'aiguille & le plan de fer, la balle de l'aiguille a été chassée; j'ai tordu le fil de suspension pour ramener l'aiguille vers le plan de fer, & au moyen de 110 degrés de torsion, l'aiguille s'est arrêtée à 30 degrés de ce plan. J'ai fait toucher tout de suite le cercle de fer par un petit cercle de papier qui étoit exactement du même diamètre, & après avoir retiré le cercle de papier, j'ai trouvé que pour que l'aiguille s'arrêtât sur 30 degrés, il falloit réduire la torsion à un peu moins de 40 degrés.

I V.

Résultat des deux Expériences.

DANS la première expérience, la balle de cuivre, avant le contact de la balle de sureau, chassoit l'aiguille à 28 degrés, le micromètre marquant 120 degrés; ainsi la force de torsion étoit pour lors 148 degrés. Après que la balle de sureau a eu touché la balle de cuivre, cette dernière a repoussé l'aiguille à 28 degrés, le micromètre marquant seulement 44 degrés; en sorte que la force de torsion

totale, égale à la force répulsive des deux balles étoit de 72 degrés; mais il y a eu à peu-près une minute d'intervalle entre les deux observations, & la force électrique diminuoit d'un cinquantième par minute le jour de cette expérience: ainsi la force totale de torsion auroit été à-peu-près de $73\frac{1}{2}$, si l'électricité n'eût pas diminué d'un cinquantième. Cette quantité ne diffère que d'un demi-degré, ou de $\frac{1}{147}$ de 74 degrés, moitié de la première force de torsion 148 qui mesure la répulsion électrique avant le contact; ainsi, puisque dans les deux observations, la distance des deux balles est exactement la même, & que l'action est en raison inverse du carré des distances & directe de densités du fluide électrique, il en résulte que la balle de sureau a pris exactement la moitié du fluide électrique de la balle de cuivre; ainsi la balle de métal n'a pas une affinité ou attraction élective pour le fluide électrique plus grande que celle de sureau.

Dans la seconde expérience, où le cercle de fer étoit touché par un cercle de papier exactement du même diamètre, le fluide électrique s'est encore partagé également entre les deux cercles. L'on a fait ces expériences avec des balles de différentes matières, on les a répétées dans la grande balance avec des globes de cinq ou six pouces, & l'on a toujours eu les mêmes résultats.

V.

PREMIÈRE REMARQUE.

IL faut observer que lorsque deux corps égaux & semblables mis en contact, sont parfaitement conducteurs comme tous les métaux, il ne faut qu'un seul instant inappréciable pour que l'électricité se partage également entre les deux corps. Mais lorsqu'un des deux est conducteur imparfait, tel par exemple que notre plan de papier, il faut souvent plusieurs secondes avant que le cercle de papier ait pris exactement la moitié du fluide électrique du cercle de métal,

ce qui dépend non-seulement de la qualité plus ou moins conductrice des deux corps, mais encore de leur étendue réciproque & de la manière dont ils sont mis en contact. Dans le Mémoire qui précède, nous avons déjà tâché d'expliquer comment la force coërcitive des soutiens idio-électriques imparfaits ne permet au fluide électrique de s'étendre & de pénétrer que jusqu'à une certaine distance du corps conducteur chargé d'électricité.

V I.

S E C O N D E R E M A R Q U E.

IL faut encore observer, en répétant la seconde expérience, de placer dans le contact les deux cercles symétriquement, en sorte, par exemple, que le limbe de l'un ne touche pas, en formant un angle, un point de la surface de l'autre, car pour lors le fluide électrique se partageroit d'une manière inégale entre les deux cercles: dans l'expérience précédente, je fais toucher le limbe d'un des cercles par le limbe de l'autre, en ayant soin de le tenir dans le même plan.

V I I.

D E U X I È M E P R I N C I P E.

Dans un Corps conducteur chargé d'Électricité, le fluide électrique se répand sur la surface du corps, mais ne pénètre pas dans l'intérieur du corps.

LES expériences destinées à prouver cette proposition, exigent des électromètres beaucoup plus sensibles que tous ceux qui sont en usage. Voici celui dont je me sers: l'on tire, en faisant chauffer à une bougie, un fil de gomme-laque de la grosseur à peu-près d'un fort cheveu; on lui donne dix à douze lignes de longueur; une de ses extrémités est attachée au haut d'une petite épingle sans tête, suspendue

suspendue à un fil de soie, tel que le donne le ver à soie; à l'autre extrémité du fil de gomme-laque, l'on fixe un petit cercle de clinquant de deux lignes à peu-près de diamètre: l'on suspend ce petit électromètre dans un cylindre de verre; sa sensibilité est telle, qu'une force d'un soixante millième de grain chasse l'aiguille à plus de 90 degrés. Je donne à cet électromètre un foible degré d'électricité, de la nature de celle que je veux communiquer au corps qui doit être soumis aux expériences, & je le suspends dans un cylindre de verre, pour le mettre à l'abri des courans d'air; cela fait, je place un corps solide, d'une figure quelconque, percé de plusieurs trous qui ont peu de profondeur, sur un support idio-électrique qui l'isole. Le corps que je vais soumettre aux expériences, est un cylindre de bois solide, de quatre pouces de diamètre, percé de plusieurs trous de quatre lignes de diamètre & de quatre lignes de profondeur.

VIII.

Je pose ce cylindre sur un support idio-électrique; au *Expérience.* moyen de la bouteille de Leyde, ou du plateau métallique d'un électrophore, je lui donne une ou plusieurs étincelles électriques. J'isole à l'extrémité d'un petit cylindre de gomme-laque d'une ligne de diamètre, un petit cercle de papier doré d'une ligne & demie de diamètre.

Premier essai. Le clinquant de l'électromètre étant électrisé, je fais toucher la surface du cylindre électrisé, par le petit cercle de papier doré, je le présente à l'électromètre; l'aiguille de cet électromètre est chassée avec force.

Deuxième essai. Mais si j'introduis le petit cercle de papier dans un des trous du cylindre, & que je lui fasse toucher le fond d'un de ces trous; que je le présente ensuite au clinquant soutenu à l'extrémité de l'aiguille de l'électromètre, cette aiguille ne donnera aucun signe d'électricité.

Mém. 1786.

K

I X.

Explication & résultat de cette Expérience.

Je fais toucher, dans le premier essai, le petit plan de papier doré à la surface du cylindre; comme ce plan n'a qu'un dix-huitième de ligne d'épaisseur, il devient une partie de la surface de ce cylindre, & prend par conséquent une quantité de fluide électrique, égale à celle que contient une partie de la surface égale à ce petit cercle. Dans cet essai, le petit cercle se trouve chargé d'une quantité d'électricité qui est non-seulement sensible à notre petit électromètre, mais dont on peut même mesurer exactement l'intensité, au moyen de notre balance électrique.

Dans le deuxième essai, nous faisons toucher le petit cercle de papier doré, au fond d'un des trous du cylindre, quatre lignes à peu-près au-dessous de la surface, ou à vingt lignes de son axe; en retirant avec soin ce petit cercle, sans qu'il touche au bord du trou, nous trouvons, en le présentant à l'aiguille de l'électromètre, ou qu'il ne donne aucun signe d'électricité, ou qu'il donne des signes très-foibles d'électricité contraire à celle du cylindre: il est donc clair que dans cette expérience il n'y a point de fluide électrique dans l'intérieur du corps, même très-près de sa surface.

Les signes d'électricité contraire, que l'on aperçoit seulement quelquefois, tiennent à ce que lorsque le petit cylindre de gomme-laque est introduit dans les trous, l'action électrique de la surface du corps électrisé donne, en dehors de ce corps, au fil de gomme-laque, une petite électricité d'une nature différente de la sienne, parce que ce petit fil de gomme-laque se trouve isolé dans la sphère d'activité. La preuve que tout se passe ainsi, que ce petit degré d'électricité existe dans le fil de gomme-laque, & non dans le petit cercle de papier doré qui a été mis en

contact avec un point intérieur du corps, c'est que si l'on touche ce cercle, l'on ne détruit pas cette petite électricité, qui est toujours très-foible lorsque la gomme-laque est pure, & que l'air n'est pas très-humide.

X.

CETTE propriété du fluide électrique de se répandre sur la surface des corps conducteurs, & de ne point pénétrer dans l'intérieur de ces corps lorsque ce fluide est parvenu à l'état d'équilibre, est une conséquence de la loi de la répulsion de ses élémens, en raison inverse du carré des distances, loi que nous avons trouvée dans notre premier Mémoire: mais comme c'est l'expérience, & non la théorie, qui nous a conduits, nous avons cru devoir suivre la même marche dans l'exposé de nos recherches; voyons actuellement comme la théorie généralise le résultat annoncé par l'expérience.

X I.

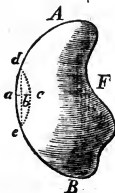
THÉORÈME.

TOUTES les fois qu'un fluide renfermé dans un corps où il peut se mouvoir librement, agit par répulsion dans toutes les parties élémentaires, avec une force moindre que la raison inverse du cube des distances, telle que seroit, par exemple, l'inverse de la quatrième puissance; pour lors l'action de toutes les masses de ce fluide qui sont placées à une distance finie d'un de ses élémens, est nulle relativement à l'action des points de contact; c'est ce que nous avons prouvé dans une note de notre second Mémoire imprimé dans le volume de l'Académie, 1785. Ainsi, le fluide qui doit son électricité à cette loi de répulsion, se répandra uniformément dans le corps; mais toutes les fois que l'action répulsive des élémens du fluide qui produit son élasticité est plus grande que l'inverse du cube, telle, par exemple, que nous l'avons trouvée pour

l'électricité en raison inverse du carré des distances; pour lors, l'action des masses du fluide électrique placée à une distance finie d'un des élémens de ce fluide, n'étant pas infiniment petite relativement à l'action élémentaire des points en contact, tout le fluide doit se porter à la surface du corps, & il ne doit point en rester dans son intérieur.

Démonstration.

DANS un corps d'une figure quelconque AaB , que je



suppose rempli de fluide dont les parties élémentaires agissent l'une sur l'autre en raison inverse du carré des distances, j'élève à un point a une normale ab infiniment petite; & par le point b , je fais passer un plan perpendiculaire à cette normale, qui divise le corps en deux parties, l'une infiniment petite dab , l'autre finie $dAFBeb$. Ainsi, en décomposant suivant ab , toutes les forces avec lesquelles la partie infiniment petite dab agit sur le point b , elle doit faire équilibre à l'action résultante, suivant ba , de toute la masse du fluide répandu dans le corps $dAFBe$. Imaginons actuellement sur le plan dbe , de l'autre côté de a , une petite calotte dce exactement égale à la calotte dab , en prolongeant ab jusqu'en c , cb sera égale à ab . Mais si le fluide est répandu dans tout le corps, pour que la loi de continuité existe, il faut, puisque ac peut être diminué à l'infini, que la densité du fluide au point c soit égale à celle du point a , ou au moins n'en diffère que d'une quantité que l'on peut diminuer à l'infini. Ainsi, la seule petite masse de fluide électrique contenue dans la calotte dce , doit faire équilibre à celle contenue dans la calotte dab .

d'où il résulte que l'action de toute la masse de fluide qui seroit contenue dans le reste du corps doit être nulle; ce qui ne peut avoir lieu lorsque l'action des masses placées à une distance finie d'un point du fluide, n'est pas infiniment petite relativement à l'action d'un élément du corps en contact avec ce point, à moins que la densité de ces masses ne soit nulle. D'où résulte que dans l'état de stabilité du fluide électrique, tout ce fluide se portera à la surface du corps, & qu'il n'y en aura point dans l'intérieur.

La première partie du théorème, que le fluide doit se répandre uniformément dans le corps, lorsque l'action des élémens en contact est infinie relativement à l'action des masses finies qui sont à une distance finie de ces mêmes élémens, n'a pas besoin de démonstration.

X I I.

Nous verrons dans un des Mémoires qui suivront celui-ci, quelle est la densité électrique de chaque point de la surface d'un corps, d'une figure donnée, & quel est l'état des particules idio-électriques de l'air immédiatement en contact avec ces surfaces.



M É M O I R E
S U R L A S T R U C T U R E
D U C R I S T A L D E R O C H E.

Par M. l'Abbé H A Ü Y.

20 Mai
1786.

LES diverses configurations des molécules intégrantes que la Nature emploie à la formation des cristaux qui appartiennent aux différentes substances minérales, doivent nécessairement apporter des changemens plus ou moins sensibles dans la manière dont ces molécules sont assorties entr'elles. Cet assortiment paroît de plus subordonné à une loi, qui exige que toutes les forces correspondantes des molécules, soient respectivement parallèles. Tant que ces molécules sont des parallélipèdes, on conçoit qu'elles doivent s'appliquer par leurs faces, de manière que si le contact étoit parfait, elles ne laisseroient aucun vide intermédiaire. Il y a encore plusieurs formes qui se prêtent à cet arrangement, telles que celle du prisme droit triangulaire, celle du tétraèdre à plans triangulaires isocèles, semblable à la molécule du grenat, &c. Mais les observations que présente la structure de certains cristaux, lorsqu'on essaie de saisir les joints naturels de leurs lames composantes, font présumer que le mécanisme de la cristallisation n'est pas limité aux seules formes capables de remplir exactement un espace autour d'un point donné. Il existe très-probablement d'autres formes qui, pour produire des corps réguliers, & satisfaire aux loix que subit la cristallisation, doivent s'appliquer, tantôt par leurs bords, tantôt par certaines portions de leurs faces, en sorte qu'il reste entre elles des interstices ou des vacuoles, dont les figures sont similaires comme celles des molécules elles-mêmes. J'ai déjà

fait connoître ailleurs un exemple de ce genre, en traitant de la cristallisation du spath fluor (a).

Cette sorte de structure est d'autant plus admissible, qu'elle s'accorde parfaitement avec les loix de décroissémens auxquelles est assujettie la formation des cristaux; mais il faut convenir que, dans plusieurs cas, elle jette quelque incertitude sur la connoissance de la véritable forme des molécules, & conduit à des espèces de problèmes indéterminés, dont la solution ne peut être fondée que sur des vraisemblances. Les coupes qu'admet alors le cristal, indiquent deux ou trois formes différentes de molécules, ou même davantage, à cause de l'interposition des vides qui se trouvent sous-divisés en même temps que ces molécules. Il m'a semblé que dans ce cas, tout l'art devoit consister à ramener les formes indiquées à deux seulement, & à se déterminer ensuite sur le choix, d'après quelques observations particulières, lorsque l'on étoit assez heureux pour en trouver dans l'aspect même ou dans la structure des cristaux, qui fussent propres à écarter ce qui restoit encore d'arbitraire dans le résultat.

Le cristal de roche est peut-être celle de toutes les substances dont il s'agit, à l'égard de laquelle la théorie ait le plus besoin d'être aidée par des vues accessoires qui en dirigent l'application. Les premières tentatives que j'ai faites sur la structure de ce cristal, ont eu pour but de reconnoître, s'il étoit possible, les joints des lames qui le composent, & le sens dans lequel ces lames sont appliquées les unes sur les autres. Vallerius, & d'après lui, plusieurs minéralogistes regardoient la cassure de cette substance comme absolument vitreuse; cependant je suis parvenu, après diverses tentatives, à y obtenir des coupes qui, sans être aussi nettes que celles qu'on fait dans les spaths, annoncent sensiblement le poli de la Nature. Je

(a) Essai d'une théorie sur la structure des cristaux, page 176.

rendrai compte de ces tentatives , ainsi que des conséquences que j'en ai déduites , à mesure qu'elles seront amenées par la description des principales variétés de formes qu'offre le cristal de roche.

La structure de ce cristal m'a conduit à l'observation d'un autre fait , qui tient à la figure des molécules & à leur assortiment ; il consiste en ce que les joints qui se trouvent entre certaines faces de ces molécules , ne sont pas continus , comme dans la plupart des cristaux , mais situés tantôt sur deux & tantôt sur trois plans parallèles & infiniment voisins , en sorte que les faces dont il s'agit coïncident alternativement avec ces différens plans. J'ai retrouvé depuis dans d'autres cristaux cette même disposition , qui , au reste , ne me paroît souffrir aucune difficulté , parce qu'elle s'accorde avec les autres faits qui sont une suite des loix de la cristallisation , comme l'adhésion des molécules voisines par leurs faces analogues , le parallélisme exact de ces faces avec celles qui leur correspondent dans d'autres parties du cristal , &c. Le fait dont il s'agit influe seulement sur la facilité de diviser mécaniquement le cristal ; & tout ce qui en résulte , c'est que l'ensemble de la structure est géométriquement plus composé , quoique toujours simple & uniforme en lui-même , & relativement à la marche graduée de la cristallisation.

FORME PRIMITIVE.

Cristal de Roche à deux pyramides exaèdres (fig. 1).

Développement. Douze triangles isocèles, cao, oag, &c.

$aco = aoc = 70^{\circ} 31' 43''$; $coa = 38^{\circ} 56' 34''$.

CETTE forme est la plus simple & la plus régulière de toutes celles qu'affectent les différens cristaux de roche ; mais il est rare d'en trouver dans lesquels les deux pyramides s'appliquent exactement par leurs bases , sans aucun prisme intermédiaire. Je n'ai encore observé cette forme exprimée bien nettement & isolée , que sur des cristaux opaques

opaques & noirâtres. Presque toujours elle est plus ou moins modifiée, soit par l'addition d'un prisme, soit par d'autres accidens, de manière cependant qu'un œil exercé en reconnoît aisément les traits originaires à travers les modifications qui la déguisent. On conçoit que cette même forme sous-divisée à l'aide de six plans coupans qui passeroient par les arêtes *ac, ao, ag, &c.* & par l'axe du cristal, donneroit six tétraèdres égaux & semblables entr'eux; & il est très-probable que ces tétraèdres sont les vraies molécules des cristaux de quartz, comme j'essayerai de le prouver, en parlant des cristaux secondaires qui m'ont fourni les observations d'après lesquelles j'ai adopté ce tétraèdre, préférablement à d'autres formes qui ne s'accorderoient pas avec la structure des cristaux.

FORMES SECONDAIRES.

PREMIÈRE VARIÉTÉ.

Cristal de Roche en prisme à six pans, terminé par une ou deux pyramides. (fig. 2.).

IL arrive très-souvent que les prismes des cristaux de cette variété, sont implantés dans leur gangue par une de leurs extrémités, de sorte que l'on ne voit que la pyramide qui est à l'extrémité opposée. Les pans du prisme sont presque toujours striés dans des directions parallèles aux bases *co, og, ge, &c.* des faces de la pyramide, tandis que celles-ci sont hérissées de petites aspérités qui ressemblent communément à de petites lames triangulaires isocèles, arrondies par les deux angles de la base. Stenon avoit très-bien remarqué ces accidens, dont il a tiré des inductions intéressantes sur la manière dont s'accroissent les cristaux de quartz. On peut consulter à ce sujet la collection académique, *Partie étrangère, tome IV, page 397 & suiv.*

Quant à la structure de ces cristaux & au sens suivant lequel ils se divisent, j'ai reconnu que les lames qu'on

L

Mém. 1786.

détachoit, à l'aide des sections dont j'ai déjà parlé, avoient des faces parallèles à celles des pyramides, & d'autres faces parallèles aux pans du prisme. Je fais abstraction, pour quelques instans, de ces dernières faces : j'ai observé que le plus souvent on n'obtenoit de divisions nettes que parallèlement à trois faces prises alternativement sur chaque pyramide, & adjacentes de part & d'autre à différens pans du prisme intermédiaire; en sorte qu'il résulte de ces sections un solide rhomboïdal peu différent du cube. On peut aussi reconnoître la structure du cristall, en exposant celui-ci au feu pendant quelques instans, & le retirant ensuite pour le laisser refroidir, il se délite en plusieurs endroits; & parmi les fractures qu'il présente, il s'en trouve ordinairement quelques-unes qui sont planes, & qui suivent les directions que j'ai indiquées. M. de Coëtanlao, Élève de M. Daubenton, & distingué par ses connoissances en chimie & en minéralogie, a employé avec succès ce dernier procédé, dont il a bien voulu me faire part.

Nous avons donc déjà, dans le cristall de roche, douze coupes possibles parallèles aux douze faces des deux pyramides, & dont six qui sont dans les directions des faces d'un rhomboïde, m'ont paru plus faciles à obtenir que les autres. Si l'on suit avec attention les interstices de tous les plans coupans qui passent par les endroits de ces sections, on verra qu'il doit en résulter plusieurs formes différentes de molécules, la plupart assez irrégulières; & que de plus, si l'on choisit l'une quelconque de ces formes pour supprimer les autres, les molécules de cette forme seront tellement disposées, qu'elles ne pourront se soutenir mutuellement au milieu des vides intermédiaires, & ne formeront qu'un assemblage de parties mal assorties entr'elles. Sans m'arrêter ici à décrire tous les différens résultats auxquels conduit ce genre de recherches, j'exposerai une manière de concevoir la structure du cristall, qui m'a paru beaucoup plus naturelle, & qui en même-temps se trouve d'accord avec les observations.

Soit *abhlf* (fig. 3) un rhomboïde qui ait ses sommets en *a* & en *i*, & dans lequel le grand angle *b a d* de chaque face soit de $93^{\text{d}} 22' 20''$ * ; concevons que l'on ait fait passer des plans coupans par les sommets *a*, *i*, & par les milieux *c*, *o*, *g*, *e*, & *c*. des arêtes du rhomboïde qui ne sont pas contiguës aux sommets; il est aisé de voir que ce rhomboïde se trouvera changé en un dodécaèdre à plans triangulaires isocèles (fig. 1), dont les angles, d'après le calcul que j'en ai fait, seront égaux à ceux du cristal de roche. Les parties du rhomboïde interceptées par les plans coupans, seront des tétraèdres très-irréguliers, au nombre de six, qui auront pour faces deux triangles isocèles inégaux *o a g*, *o i g* (fig. 3), & deux triangles scalènes *a d o*, *a d g*, égaux entr'eux.

Or le même dodécaèdre pourroit aussi résulter d'une loi simple & régulière de décroissement. Car, supposons le rhomboïde composé d'une infinité de petits rhomboïdes qui lui soient semblables, concevons de plus, que les lames de superposition décroissent sur leurs angles adjacens aux sommets *a*, *i*, par une rangée de molécules prise de deux en deux lames, en sorte que d'un décroissement à l'autre, il y ait toujours deux de ces lames qui soient de niveau par leurs bords décroissans. Soit *p a d i* (fig. 4) une coupe géométrique du rhomboïde (fig. 3) telle qu'on l'obtiendrait à l'aide d'un plan coupant qui passeroit par la diagonale *d i*, & par celle qui lui est opposée, dans l'autre partie du cristal, les lignes *a d*, *p i* seront les arêtes interposées entre ces diagonales. Menons *a z* de manière que l'on ait $z d = \frac{1}{4} d i$, (fig. 3 & 4). Soit *r s t* le triangle mesurateur dans lequel *r s*, différence entre deux décroissemens consécutifs, fera dans la direction de la petite diagonale d'une des molécules rhomboïdales; *s t* se confondra avec l'arête extérieure de la même molécule, & *r t* sera

* Le cosinus du petit angle *a b h* est $\frac{1}{7}$ du rayon.

sur le plan de la face $ao g$ (fig. 3), & par conséquent coïncidera avec $a z$ (fig. 4), d'où il est aisé de conclure que les triangles $r s t$, $a d z$ sont semblables. On aura donc $a d : a z :: s t : s r$, ou $2 a d : 2 d z :: s t : s r$. Partant $s t$ est à $s r$, comme deux fois l'arête extérieure de la molécule est à la moitié de la petite diagonale, ce qui exprime la loi de décroissement indiquée.

Cette structure est peut-être la plus simple que l'on puisse imaginer pour ramener la formation du cristal de roche à la théorie des décroissemens; mais elle ne satisfait point à l'observation des coupes que l'on obtient quelquefois parallèlement aux faces $ao g$, & à celles qui lui correspondent, non plus qu'à d'autres observations dont je parlerai plus bas. Voici de quelle manière j'ai cru devoir la modifier, pour qu'elle fût d'accord en même temps avec ces observations & avec la théorie.

Remarquons d'abord que, dans le dodécaèdre résultant de la loi de décroissemens dont j'ai parlé, les faces, telles que $ao g$ (fig. 3), produites par ces décroissemens, ne seroient autre chose que la somme de tous les angles solides extérieurs situés par rapport aux petits rhomboïdes composans, comme l'angle solide d l'est à l'égard du rhomboïde total. Les choses étant dans cet état, imaginons que toutes les molécules rhomboïdales soient sous-divisées en autant de dodécaèdres, par des coupes semblables à celles que nous avons supposées pour le rhomboïde $ab h f$. Le dodécaèdre entier se trouvera lui-même partagé en une infinité de petits dodécaèdres partiels, avec des tétraèdres interposés, & les faces produites par les sections dont j'ai parlé, seront respectivement parallèles au triangle $ao g$, & aux cinq autres qui lui correspondent. En comparant les positions respectives des tétraèdres avec celles des dodécaèdres adjacens, on verra que les premiers n'ont point celles de leurs faces qui sont semblables, parallèles entre elles, & que la manière dont ils sont groupés & assortis,

ne permet guere d'admettre la structure qui résulteroit de leur assemblage. Au contraire, tous les petits dodécaèdres sont situés de façon que leurs faces analogues se trouvent parallèles les unes aux autres. Cet assortiment d'ailleurs est tel, que les faces par lesquelles ces petits solides s'appliquent les uns contre les autres, sont disposées comme les deux triangles *oag*, *pmk* (fig. 5); le premier de ces triangles représentant une des faces de la pyramide supérieure d'un de ces dodécaèdres, & l'autre une des faces de la pyramide inférieure dans le dodécaèdre adjacent; par où l'on voit que les centres de gravité de ces triangles se confondent en un point commun *c*. De plus, il n'y a sur chaque dodécaèdre, que trois faces prises alternativement dans la pyramide supérieure, & les trois faces intermédiaires de la pyramide inférieure, qui soient contiguës aux faces des dodécaèdres voisins, les six autres faces se trouvant comme masquées par les angles saillans *p*, *k*, *m*, qui ne permettent pas à la juxtaposition des molécules de se continuer sur ces mêmes faces. En un mot, si le cristal de roche est composé, du moins secondairement, de petits cristaux dodécaèdres, comme l'observation porte à le croire, il n'y a ici aucune autre structure admissible, pour satisfaire à la condition que le tout soit semblable à chacune de ses parties, condition qui détermine un des principaux résultats de la cristallisation, & en même temps le plus simple de tous.

Passons aux conséquences qui résultent de cette structure. Soit *ABHD* (fig. 6) la même face que *abhd* (fig. 3). *ACO* représentera l'une des faces du dodécaèdre du cristal de roche. Tous les petits triangles renfermés dans le triangle *ACO*, seront les faces extérieures d'autant de petits dodécaèdres, entre lesquelles se trouveront disséminés des vacuoles dont la disposition est sensible, par la seule inspection de la figure; d'ailleurs, il est évident que toutes ces petites faces triangulaires seront sur un même plan. Les cinq autres faces du cristal correspondantes à celles du

rhomboïde cité plus haut, auront une structure semblable à celle du triangle ACO .

Il n'en sera pas de même des faces ago (fig. 1 & 3), interposées entre les précédentes. Pour concevoir la disposition des dodécaèdres, relativement à ces faces, soit $apid$ (fig. 7) le même quadrilatère que (fig. 4). Si l'on sous-divise ce quadrilatère en un certain nombre de quadrilatères partiels, comme on le voit sur la figure, ces quadrilatères formeront dans les rhomboïdes partiels dont le rhomboïde $abhlf$ (fig. 3) est censé composé, autant de coupes géométriques semblables à celle que nous avons supposée pour le rhomboïde total. Cela posé, dans le dodécaèdre résultant de la loi de décroissement dont j'ai parlé, les deux rhomboïdes renfermés dans l'espace désigné par $cahk$ subsisteront; ceux que circonscrit l'espace $khn\gamma$ seront soustraits; ceux qui répondent à $\delta\gamma\mu\phi$ seront conservés, & ainsi de suite. Maintenant, la suppression des tétraèdres produit des facettes sur les plans desquelles se trouvent les petites lignes $ae, gf, \gamma\phi, \zeta v, \&c.$ Or, $\gamma\phi$ est sur le prolongement de ae , & ζv sur celui de gf ; d'où il suit que toutes les facettes dont il s'agit se trouveront sur deux plans parallèles infiniment voisins, qui se confondent sensiblement par rapport à l'œil*.

Les faces que l'on peut concevoir dans l'intérieur du cristal parallèlement aux triangles ago (fig. 3), auront évidemment la même structure. Concluons de tout ce qui précède, que quand on divise mécaniquement le cristal dans le sens des faces $age, ago, \&c.$ le plan coupant passe par les joints naturels des lames. On concevra au contraire, avec un peu d'attention, que les joints par lesquels les dodécaèdres se tiennent du côté des autres faces, sont obliques

* Quant aux arêtes $h\gamma, \mu u, \&c.$ elles n'entrent point dans la structure des faces dont il s'agit, parce qu'elles occupent les angles rentrants des rangées de molécules disposées entre celles auxquelles appartiennent les saillies $ah, \gamma\phi, \&c.$

par rapport à ces faces, à cause de l'espèce d'engrenage que forment tous les petits dodécaèdres par leur réunion. Cette structure me paroît rendre raison de l'observation que j'ai déjà faite au sujet des sections du cristal, d'où il résulte le plus souvent, ainsi que je l'ai dit, une espèce de rhomboïde, dont les faces semblables au triangle ACO (fig. 6) doivent se prêter plus facilement à la division mécanique du cristal, que les faces intermédiaires.

Soit que l'on considère les unes ou les autres de ces faces, on voit qu'elles sont pleines de sinuosités, & c'est probablement une des causes qui contribuent au défaut sensible de poli que l'on observe sur les faces des pyramides, & que Stenon désignoit, en disant que *la nature cristalline laissoit sur le cristal des traces tortueuses de son passage*.

J'ai dit que la forme du dodécaèdre n'étoit pas le dernier terme de la division mécanique des cristaux quartzeux; & effectivement, à ne considérer que la nature seule de cette forme, on est porté à croire qu'elle est trop composée pour être du nombre des formes élémentaires. Cette considération m'a engagé à multiplier mes tentatives pour la sous-diviser, & je suis parvenu, quoique difficilement, à obtenir plusieurs fois des lames planes ayant le poli naturel, & situées dans le sens des pans du prisme. Si l'on conçoit que les divisions qui mettroient ces lames à découvert, passent par les arêtes, telles que ae, ao, ag , &c. des petits dodécaèdres dont le cristal entier est formé, auquel cas elles conservent, par rapport aux pans du prisme, le parallélisme dont j'ai parlé; il est aisé de voir, ainsi que je l'ai déjà remarqué plus haut, que chacun de ces dodécaèdres se trouvera décomposé en six tétraèdres égaux & semblables entr'eux. Ces tétraèdres auront deux faces extérieures, formées par deux faces du dodécaèdre, & dont l'angle au sommet du triangle isocèle sera par conséquent de $38^{\circ} 56' 34''$; & chacun des angles sur la base, de $70^{\circ} 31' 43''$: quant aux deux faces intérieures,

elles feront aussi des triangles isocèles semblables entr'eux, mais différens des premiers, en sorte que l'angle au sommet sera de $96^{\text{d}} 22' 52''$, & chacun des deux autres angles de $41^{\text{d}} 48' 34''$.

Si l'on considère maintenant les positions respectives de tous ces tétraèdres, on trouvera que leurs faces sont, ainsi que certaines faces des pyramides, dans divers plans parallèles & infiniment voisins. Pour le prouver, soit *apid* (fig. 8) le même quadrilatère que fig. 7. D'après ce qui a été dit plus haut, les lignes *ae*, *rl*, &c. menées aux $\frac{1}{2}$ des lignes *rg*, *ac*, sont sur les plans coupans qui sous-diviseroient les rhomboïdes en dodécaèdres, & les lignes *le*, *of*, &c. seront les doubles rayons droits *NI* (fig. 9) des hexagones situés à la base commune des deux pyramides, dans les différens dodécaèdres. Cela posé, on concevra, avec un peu d'attention, qu'il y a certains dodécaèdres, dont les doubles rayons droits anticipent sur ceux qui appartiennent à d'autres dodécaèdres, si on rapporte ces rayons à un même plan horizontal. Tel est le double rayon droit *of*, à l'égard des deux rayons *le*, *xy*. Or, les hexagones auxquels appartiennent ces rayons, étant pareillement rapportés à un même plan horizontal, anticipent aussi les uns sur les autres, comme *IAN*, *SBH* (fig. 9); d'où il résulte que les plans verticaux, dirigés suivant *DM*, *DI*, & qui diviseroient l'hexagone *IAN* en triangles équilatéraux, opéreroient de fausses divisions sur l'hexagone voisin, ce qui s'applique aisément aux dodécaèdres, dont les pyramides ont ces hexagones pour bases.

D'après cela, on voit qu'en prenant successivement les différentes rangées de dodécaèdres, qui ont les bases de leurs pyramides sur un même plan horizontal, par exemple, les trois rangées situées à la hauteur des lignes *le*, *of*, *ts*, ces dodécaèdres auront les faces correspondantes de leurs tétraèdres disposées sur trois plans verticaux infiniment voisins. Il y aura continuité entre les faces des tétraèdres de la première

rangée

rangée *le*, & de la quatrième *qz*, parce que les rayons droits *lc*, *qz*, ont leurs extrémités dans les mêmes plans verticaux : la continuité aura pareillement lieu, relativement à la seconde rangée *of*, & la cinquième *v*, à la troisième *ts*, & la sixième *wz* ; & ainsi de suite.

Quant aux dodécaèdres qui ont les rayons droits des bases de leurs pyramides, situés sur un même plan horizontal, comme *ts*, *xy*, chacun d'eux sera divisible en tétraèdres, par les mêmes plans verticaux, qui sous-diviseroient d'autres dodécaèdres situés à la même hauteur ; car la distance entre les extrémités *r*, *x*, de deux doubles rayons droits voisins, étant toujours égale à l'un quelconque de ces doubles rayons, il est clair que chacun des hexagones auxquels appartiennent ces rayons, correspondra avec lequel un des hexagones de l'assortissement représenté par la *fig. 17*. Or, ceux-ci sont divisibles en triangles équilatéraux, à l'aide des prolongemens des mêmes sections qui auroient déjà sous-divisé semblablement d'autres hexagones ; d'où l'on conclura que les divisions des dodécaèdres eux-mêmes ne peuvent anticiper les unes sur les autres.

Il résulte de-là que le cristal de roche est très-probablement composé de tétraèdres groupés six à six, de manière à laisser dans l'intérieur du cristal des vacuoles dont les figures représentent d'autres tétraèdres plus irréguliers. Cette structure est beaucoup plus simple que celle qui résulteroit d'un assemblage de rhomboïdes tels que ceux dont les dodécaèdres dérivent ; car si l'on cherche les résultats des divisions latérales par rapport au rhomboïde de la *fig. 3*, on trouvera qu'elles produiroient, en passant sur les lignes *a oi*, *agi*, non plus des tétraèdres, mais de petits solides à cinq faces, & d'une forme très-irrégulière.

A l'égard du prisme qui sépare les deux pyramides, il est ordinairement chargé, même sur les cristaux les mieux prononcés, d'une multitude de stries transversales, comme je l'ai dit plus haut. Or, si l'on considère que les petits dodécaèdres composans ont leurs arêtes *co*, *og*, *gc*, &c. (*fig. 1*)

Mém. 1786.

M

alignées dans le même sens que les stries, on concevra comment les directions de ces arêtes, jointes à l'inclinaison des faces des pyramides, peuvent former des cannelures qui sillonnent les pans du prisme, sur-tout dans l'hypothèse très-admissible où le cristal seroit uniquement formé par des dodécaèdres entiers. En se rappelant que ces dodécaèdres joints aux vacuoles représentent des rhomboïdes, & en appliquant ici le raisonnement que j'ai employé par rapport au lpath calcaire en prisme exaèdre, (*Essai d'une théorie, &c. page 92*) on trouvera que l'assortiment qui donne les plans verticaux & continuellement anguleux du cristal de roche, équivaut à un décroissement par deux rangées de rhomboïdes sur les angles inférieurs des lames de superposition.

DEUXIÈME VARIÉTÉ.

Cristal de Roche dont les sommets ont trois faces heptagones & trois facettes triangulaires. (fig. 10)

Développement. Angles des heptagones $abcdorf$, $baf = 93^{\text{d}} 22' 20''$; $abd = afr = 152^{\text{d}} 47' 7''$; $bdc = fro = 140^{\text{d}} 23' 33''$; $dco = roc$, $109^{\text{d}} 58' 20''$.

Angles des triangles rft , $ftr = ftr = 70^{\text{d}} 31' 43''$; $rft = 38^{\text{d}} 56' 34''$.

Angles des hexagones $rigkpo$, $ort = gtr = 131^{\text{d}} 48' 39''$, $rop = rgk = 138^{\text{d}} 11' 21''$; $opk = gkp = 90^{\text{d}}$.

Parmi les différentes modifications de forme que subit le cristal de roche, & qui tiennent à l'inégalité des faces de ses pyramides, il en est une qui se rencontre très-communément. Cette variété a lieu lorsque trois des faces de chaque pyramide ont pris plus d'étendue que les trois faces intermédiaires; & cela, de manière que les plus grandes faces répondent de part & d'autre à différens pans du prisme. Ces faces alors présentent des heptagones $abcdorf$; & les

petites faces sont des triangles rst , comme dans les cristaux ordinaires. Ces triangles sont quelquefois à peine sensibles; & comme l'angle au sommet des grandes faces ne diffère pas beaucoup de 90° , la pointe du cristal représente à-peu-près l'angle solide d'un cube; & lorsque plusieurs pointes pareilles sont groupées & se serrent les unes contre les autres, on seroit tenté de les prendre pour un assemblage de cristaux cubiques; c'est ce qui a fait dire à quelques auteurs, sur un faux aperçu, qu'il y avoit du quartz cubique.

J'ai des cristaux à deux sommets de cette même variété, qui sont d'une netteté & d'une transparence parfaite: j'en ai un autre coloré en vert par une stéatite, qui n'a qu'une seule pyramide, mais dont les plans sont trois pentagones complets, en sorte qu'on n'aperçoit entr'eux aucun indice de triangles. Tout cela se concilie, comme on voit, avec la structure que j'ai adoptée, & de laquelle il suit que trois faces, prises alternativement dans chaque pyramide, sont dans un cas différent des trois intermédiaires, de manière qu'il doit en résulter fréquemment un aspect tel que celui qui vient d'être décrit.

TROISIÈME VARIÉTÉ.

Cristal de Roche, à facettes rhomboïdales. (Fig. 11)

Il arrive quelquefois que les angles solides, à la base des pyramides de cristal de roche, se trouvent remplacés par des facettes $spro$, qui sont des rhombes parfaits, ayant leurs côtés sp , so , parallèles aux côtés gb , gh des faces correspondantes sur les pyramides *. Ces facettes,

* Ce parallélisme seul suffit pour prouver que les facettes dont il s'agit sont de vrais rhombes. Car, supposons que l'on fasse passer un plan coupant par les arêtes gb , gh ; ce

plan interceptera un quadrilatère semblable à $spro$. Soit kl (fig. 15) la grande diagonale de ce quadrilatère; ayant mené la ligne du perpendiculaire sur $d l$, cette ligne sera la

quoique bien prononcées; ont ordinairement un aspect terne & mat; elles n'affectent aucune disposition symétrique par rapport au polyèdre, dont elles modifient la forme, & je n'en ai jamais vu plus de deux ou trois sur un même cristal. Pour trouver la loi de décroissement qui les produit, reprenons le cas où le dodécaèdre du cristal de roche résulteroit d'un assemblage de rhomboïdes avec des décroissemens, par deux rangées de molécules pour les faces *aog*. Concevons un plan coupant qui passe par les arêtes *ao*, *ae* (fig. 3); la section faite par ce plan sera nécessairement parallèle à l'une des facettes rhomboïdales *spro* (fig. 11). De plus, le point *e* par lequel passe la section, étant au milieu du côté *fl*, si l'on considère l'effet de la même section sur la face du rhomboïde, parallèle à *abhd*, on concevra que cette section doit tomber sur un point *k*, situé de manière que l'on ait (fig. 3 & 12) $kl = \frac{1}{2}il$; donc *ok* sera la section du plan coupant sur *dhi*. Menons *hu* parallèle à *ok*; soit *qmn* le triangle mesurateur, rapporté au plan du rhombe *hdti*; on aura *qm*, *mn*, parallèles à *hi*, *iu*: d'ailleurs, *qn* étant aussi parallèle à *hu* ou *ok*, se trouvera sur le plan de la coupe faite dans le cristal. Or, $qm:mn::hi:iu::4hi:il$; donc, la ligne *hu* ou *ok* passera sur une suite d'angles de rhomboïdes, soustraits par quatre rangées, en allant de *h* vers *il*. De plus, les lignes *ao*, *ae* (fig. 3) passent par des angles de rhomboïdes **; d'où il suit, que si l'on suppose

rayon oblique de l'hexagone régulier qui forme la base de la pyramide supérieure du cristal. De plus, le point *x* tombera au milieu d'un des côtés du triangle équilatéral inscrit à cet hexagone. Donc $du = 2td$, donc aussi $lx = du = 2td$, d'où l'on conclura que $gl = 2gt$. Soit *gy*, *lz* (fig. 16.), le quadrilatère que nous considérons ici; les triangles *ygz*, *ylz* étant isocèles, on aura, à cause de $gt = tl$, $gy = yl = gz = lz$.

Donc *gy*, *lz* & *spro* (fig. 11) sont l'un & l'autre des rhombes parfaits.

* Les triangles *ekl*, *aod* (fig. 3) étant semblables, on a $el:lk::ad:do$; or, $el = \frac{1}{2}fl = \frac{1}{2}ad$. Donc $lk = \frac{1}{2}do = \frac{1}{2}el = \frac{1}{2}il$.

** C'est une suite nécessaire de la position de ces lignes qui aboutissent au milieu des côtés *dh*, *fl*. Un coup-d'œil jeté sur les lignes *AC*, *AD* (fig. 6) qui sont la même fonction, aidera à concevoir cet effet.

ces rhomboïdes réduits à des dodécaèdres, le même plan coupant interceptera un certain nombre de ces dodécaèdres, & par conséquent, la facette *spro* résultera d'une loi de décroissement, par quatre rangées de dodécaèdres, parallèlement à l'arête *bg*.

Pour mettre la plus grande précision possible dans la description des formes du cristal de roche, il m'a paru intéressant de rechercher une méthode à l'aide de laquelle on pût déterminer rigoureusement les angles de ses polyèdres. J'ai trouvé dans les facettes *spro*, des données pour évaluer ces angles, d'après le principe dont j'ai déjà fait plusieurs fois usage, & qui consiste à admettre l'égalité parfaite de deux quantités entre lesquelles l'observation ne laisse apercevoir aucune différence sensible.

Il s'agit du parallélisme des lignes *sp*, *gb*, d'une part, & *so*, *gh*, de l'autre, que l'angle $ps o = b g h$. De plus, chacun de ces angles est sensiblement égal à l'angle *gbd* ou *gdb*, à la base des faces de la pyramide. Cela posé, il s'agit de résoudre le problème suivant. *Étant donnés deux triangles isocèles b g d, b g h, dont les bases soient entr'elles comme le côté de l'hexagone régulier est à celui du triangle équilatéral inscrit, & dont les côtés bg, gd, gh; adjacens à ces bases, soient tous égaux entr'eux, & supposant de plus que les angles à la base du premier triangle soient égaux à l'angle du sommet du second; trouver la mesure de ces angles.*

Concevons que le triangle *bgh* soit posé sur le triangle *gbd*, de manière que le côté *gh* du premier tombe sur le côté *gb* du second, & le côté *gb* du premier sur le côté *bd* du second, ainsi que le représente la fig. 14, dans laquelle les lettres extérieures appartiennent au triangle *b g d* (fig. 11) & les intérieures au triangle *b g h*. Cela posé, ces triangles ayant même hauteur *ga*, sont entr'eux comme leurs bases *bd*, *bg*. Donc, (fig. 11) $ga \times bd : bh \times gn :: bd : bg$; d'où l'on tire $(ga)^2 \times (bg)^2 = (bh)^2 \times (gn)^2$, en supprimant le facteur commun *bd*, & élevant au carré chaque nombre de l'équation.

Or $(gn)^2 = (bg)^2 - (bn)^2$, & $(ga)^2 = (bg)^2 - (ba)^2 = (bg)^2 - \frac{1}{4}(bn)^2$, à cause que ba est la moitié du côté d'un hexagone régulier, dans lequel bn est la moitié du triangle équilatéral inscrit. Substituant les valeurs de $(gn)^2$ & $(ga)^2$, on aura $[(bg)^2 - \frac{1}{4}(bn)^2] (bg)^2 = (bh)^2 [(bg)^2 - (bn)^2] = 4 (bn)^2 [(bg)^2 - (bn)^2]$. Soit $bg = r$ le rayon, & $bn = x$, sinus de l'angle bgh ; on aura $(r^2 - \frac{1}{4}x^2) r^2 = 4 x^2 (r^2 - x^2)$; d'où l'on tire $x^2 = \frac{1}{12} r^2$, $x = \frac{1}{\sqrt{12}} r$. Cette équation résolue donne $x^2 = \frac{1}{12} r^2 \pm \frac{1}{4} r^2$. Je prends le signe négatif pour la raison que je dirai plus bas, & j'ai $x^2 = \frac{1}{12} r^2$ & $x = r \sqrt{\frac{1}{12}}$, $\log. x = 97614394$, qui répond à $35^\circ 15' 51'' 30'''$; donc l'angle $bgh = gbd = gdb = 70^\circ 31' 43''$, ce qui est conforme à l'observation *. Il est facile de déduire des valeurs précédentes, les mesures des différens angles indiqués dans les développemens des cristaux **.

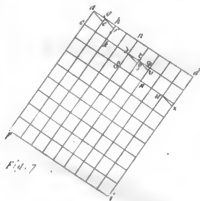
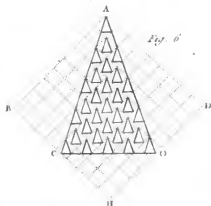
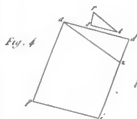
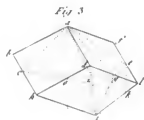
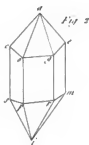
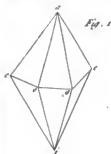
Si, dans l'équation $x^2 = \frac{1}{12} r^2 \pm \frac{1}{4} r^2$, on prend le signe positif, on aura $x^2 = \frac{1}{3} r^2$, & $x = \frac{1}{\sqrt{3}} r \sqrt{3}$. Cette expression donne la solution d'un autre problème dans lequel on supposeroit l'égalité de l'angle gbd , non plus avec l'angle bgh , mais avec son supplément. Or, ce problème ne peut avoir lieu pour une pyramide, mais seulement pour le cas où les triangles gdb , ghb seroient sur un même plan, & appartiendroient à un hexagone régulier; car ici, on a évidemment l'angle gbd (fig. 13) égal au supplément de bgh . Effectivement, si l'on fait $bn = r$, $gn = x$, on aura $x = \sqrt{r^2 - \frac{1}{4}r^2} = \frac{1}{2} r \sqrt{3}$, comme ci-dessus.

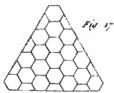
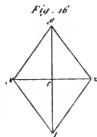
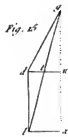
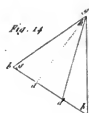
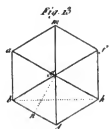
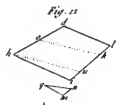
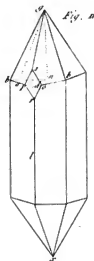
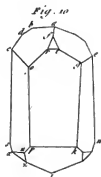
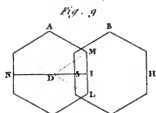
* Il n'est peut-être pas inutile de remarquer que les facettes *spro* (fig. 11) sont parfaitement semblables aux rhombes du grenat dodécaèdre.

** On trouvera, d'après les

mêmes valeurs, que l'angle formé par l'incidence de l'une quelconque, *oag* (fig. 2) des faces de la pyramide sur le pan voisin *gor* du prisme, est de $142^\circ 14' 20''$.







PREMIÈRE COMÈTE

Observée en 1786.

Par M. MESSIER.

CETTE Comète fut découverte à l'Observatoire royal, par M. Méchain, le 17 Janvier au soir; elle paroissoit à l'épaule gauche du Verseau, près de l'étoile β , & au-dessous d'une belle nébuleuse qui est placée à la tête de cette constellation que M. Maraldi observa le premier en 1746, en observant la comète qui parut cette année (*Mém. de l'Académie, 1746, page 58*): je l'ai rapportée sur la carte de la route apparente de la célèbre comète observée en 1759 (*Mémoires de l'Académie, 1760, page 464*).

M. Méchain me fit part de la découverte de cette comète, le lendemain dans l'après-midi, & me communiqua l'observation qu'il en avoit faite: la voici. Le 17 Janvier, à $6^h\ 35'\ 38''$ de temps moyen, la comète avoit d'ascension droite $320^d\ 52'\ 37''$, & de déclinaison $5^d\ 11'\ 11''$; australe. Je plaçai ma grande lunette acromatique, montée sur la machine parallactique, dans le plan du méridien, pour pouvoir la chercher les soirs; mais les masses de cheminées qui s'élèvent au couchant de mon observatoire, devoient m'ôter toute espérance de la voir, si par son mouvement elle s'abaissoit, au lieu de s'élever au-dessus de l'horizon.

Le soir du 18, le ciel fut totalement couvert dans le temps qu'il falloit la chercher; à sept heures, le ciel se découvrit en grande partie au couchant, mais c'étoit trop tard pour pouvoir la chercher de mon observatoire.

Le 19, le ciel fut parfaitement beau toute la journée & le soir; vers les cinq heures, dans un grand crépuscule, je recherchai l'étoile β du Verseau, troisième grandeur, que je trouvai aisément avec ma lunette, & qui me servit à bien

régler le fil du micromètre, suivant le parallèle de cette étoile: c'étoit auprès d'elle que M. Méchain avoit vu la comète le 17, & c'étoit aux environs de cette étoile que je devois la chercher. J'employai beaucoup de temps avant de la trouver, le crépuscule qui régnoit alors étoit encore trop considérable pour pouvoir la découvrir: le crépuscule étant diminué, je la trouvai avec ma grande lunette, elle paroissoit sur le parallèle & peu éloignée de l'étoile β du Verseau: la comète assez grande, assez claire, le noyau brillant environné de nébulosité, sans aucune apparence de queue; ses apparences étoient plus sensibles que celles de la belle nébuleuse qui est placée à la tête du Verseau; la comparaison pouvoit s'en faire aisément, étant très-peu éloignées l'une de l'autre. Avec une lunette de nuit de 15 pouces de foyer, je pouvois voir la comète, mais foiblement, à cause du crépuscule qui régnoit alors. Je comparai trois fois la comète, directement à l'étoile β du Verseau: voici les déterminations qui en furent faites avec soin. à $5^h 44' 5''$ de temps vrai, la comète précédoit l'étoile β , au fil horaire du micromètre, de $1^d 18' 15''$; la comète étoit plus australe que l'étoile, de $22' 20''$: de ces différences observées, & de la position de l'étoile que je suppose de $320^d 4' 28''$ pour le 19 Janvier, il résulte pour l'ascension droite de la comète, $318^d 46' 13''$, & pour la déclinaison, $6^d 52' 27''$, australe, ayant supposé la déclinaison de l'étoile, de $6^d 30' 7''$.

Table des trois positions de la Comète, que j'ai déterminées par β du Verseau, le 19 Janvier 1786.

TEMPS VRAI.	ASCENSION droite,	DÉCLINAIS. australe.	DIFFÉRENCE de passage,	DIFFÉRENCE de déclinaison.
$5^h 44' 5''$	$318^d 46' 13''$	$6^d 52' 27''$	$- 1^d 18' 15''$	$+ 22' 20''$
$5. 52. 8$	$318. 45. 58$	$6. 52. 44$	$- 1. 18. 30$	$+ 22. 37$
$6. 7. 44$	$318. 45. 28$	$6. 53. 33$	$- 1. 19. 0$	$+ 23. 26$

Le

Le temps devint si mauvais les jours suivans, qu'il ne fut pas possible de revoir cette comète; comme elle approchoit du Soleil, l'on espéroit qu'on pourroit la revoir le matin après la conjonction; je la cherchai, par un beau temps, dès les premiers jours de Février, mais mes recherches furent infructueuses, ce qui fit conjecturer qu'elle avoit passé dans l'hémisphère austral, & qu'elle n'étoit plus visible sur notre horizon. Je n'ai point appris qu'elle ait été observée ailleurs qu'à Paris; ainsi l'on n'a que deux observations, qui ne sont pas suffisantes pour connoître les élémens de cette comète, à moins qu'on ne reçoive d'ailleurs quelques observations.



M É M O I R E
CONTENANT LES OBSERVATIONS
DE LA SECONDE COMÈTE
de 1786,

*Observée à Paris, de l'Observatoire de la Marine,
depuis le 11 Août jusqu'au 11 Septembre ;
& au château de Saron en Champagne, depuis
le 16 Septembre jusqu'au 26 Octobre (a).*

Par M. MESSIER.

CETTE Comète fut découverte à *Stough* près de *Windfor* en Angleterre, le 1.^{er} Août, par *miss Caroline Herschel*, sœur du célèbre observateur à qui nous devons la connoissance de la nouvelle planète qui porte son nom, & qui a enrichi l'Astronomie de plusieurs découvertes qu'il a faites, à l'aide des grands instrumens qu'il a construits lui-même.

L'Académie fut instruite de la découverte de cette comète, par une lettre de M. Blagden, secrétaire de la Société royale de Londres, adressée à M. Bertholet: voici l'extrait que je pris de cette lettre, pour pouvoir chercher la comète de mon observatoire.

« La comète étoit à peu-près à égale distance des étoiles ξ & γ de la grande Ourse, & des étoiles a , b & c de la

(a) C'est la vingt-sixième des comètes que j'ai observées, & la soixante-treizième dont l'orbite ait été calculée, en suivant la Table des comètes qui est rapportée dans l'Astronomie de M. de la Lande, tome III, page 366; & tome IV, page 704.

chevelure de Bérénice; la comète formoit un angle très-obtus avec ces distances, & elle étoit d'un degré environ au nord de l'étoile ϵ de Bérénice. *Miss Herschel* en fit la découverte avec un télescope newtonien qui ne grossissoit que trente fois, & dont le champ étoit d'environ un degré & demi; la comète y paroissoit, le 1.^{er} Août, comme une tache nébuleuse. »

Cette observation ne déterminoit pas le lieu du ciel où il falloit la chercher, son mouvement n'étant pas connu. Le 11 Août au soir, par un beau temps, je la cherchai avec attention dans la constellation de la grande Ourse, & aux environs de la chevelure de Bérénice; après bien des recherches, je la trouvai, au moyen d'une lunette de nuit de quinze pouces de foyer, entre les cinq étoiles connues de la chevelure de Bérénice, les 30^{me}, 31^{me}, 34^{me}, 41^{me} & 43^{me}, suivant l'ordre qu'ont les étoiles dans le catalogue de Flamsteed. Ayant trouvé la comète avec cette lunette de nuit, j'employai pour déterminer sa position une grande lunette acromatique de quarante pouces de foyer & de quarante lignes d'ouverture, garnie de son micromètre à fils. La comète fut comparée à plusieurs des étoiles que je viens de nommer; de la comparaison qui fut faite avec l'étoile trente-unième, il en est résulté la position suivante. Le 11 Août, à 9 heures 27 minutes 58 secondes du soir, temps vrai, la comète avoit d'ascension droite 190 degrés 51 minutes 29 secondes, & de déclinaison 29 degrés 3 minutes 26 secondes, boréale: la comète fut encore comparée deux fois à la même étoile & aux étoiles 41 & 43; les positions en sont rapportées dans une Table qui est à la suite de ce Mémoire, que je nomme *table première*, contenant toutes les positions de la comète; & à la suite de cette table, il y en a une seconde contenant les positions des étoiles qui ont servi à la détermination, on y aura recours pour toutes mes observations.

Le noyau de la comète paroissoit, à la grande lunette, environné d'une grande nébulosité, sans aucune apparence



sensible de queue. La comète n'étoit pas visible à la simple vue.

Le 12, elle avoit les mêmes apparences que le jour précédent; la Lune qui étoit sur l'horizon, empêchoit de reconnoître l'étendue de la lumière de la comète; elle fut comparée aux mêmes étoiles que le 11.

Le 13, le ciel fut assez beau l'après-midi; vers les cinq heures il tomba une pluie d'orage, le ciel ensuite s'éclaircit en grande partie; j'observai la comète, qui ne parut pas avoir augmenté de lumière; à l'instrument elle étoit très-apparente, le noyau brillant étoit environné d'une grande nébulosité: elle fut comparée plusieurs fois aux étoiles 41 & 43 de la chevelure de Bérénice.

Le 14, il tomba une pluie abondante, une grande partie de l'après-midi, ce qui ôtoit presque toute espérance de voir la comète; mais vers les neuf heures, la pluie ayant cessé, les nuages se séparèrent, & peu de temps après le ciel devint fort beau: j'observai la comète, & je la comparai à la quarante-troisième étoile de Bérénice, & à une étoile de dixième à septième grandeur, qui n'avoit pas encore été déterminée, & qu'on trouvera dans la seconde table qui est à la suite de ce Mémoire, sous le n.^o 1. La comète fut comparée aussi à la belle nébuleuse qui est placée entre les Chiens de chasse & le Bouvier. [Je découvris cette nébuleuse, le 3 Mai 1764 (voyez *Mémoires de l'Académie, année 1771, page 454*) la troisième du catalogue]. La comète ressembloit à cette nébuleuse, pour la lumière & l'étendue de la nébulosité; la comète cependant étoit un plus apparente. Dans la seconde table, j'ai rapporté sa position sous le n.^o 3.

Le 16, il tomba de la pluie l'après-midi, le ciel ensuite resta presque totalement couvert, sur-tout au couchant, où la comète paroissoit; j'avois perdu presque toute espérance de la voir, cependant je la vis entre les nuages, & je l'observai; mais les observations que j'en fis sont un peu

douteuses; elle fut comparée plusieurs fois à la quarante-troisième étoile de Bérénice.

Le 17, le ciel fut fort beau depuis huit heures du soir jusqu'à neuf, mais alors je n'étois pas à mon observatoire, espérant que le ciel se conserveroit comme il étoit, mais à neuf heures il se couvrit au couchant; je vis cependant la comète plusieurs fois dans les intervalles des nuages, & plusieurs fois j'avois commencé à la comparer à la quarante-troisième étoile de Bérénice, mais au passage de la comète au fil horaire, des nuages survenus empêchèrent de l'y observer. La comète paroissoit ce soir, plus belle que les jours précédens, on commençoit à lui voir une queue, mais d'une lumière extrêmement foible & rare : avec un peu d'attention, & dirigé par la grande lunette, on voyoit la comète à la simple vue.

Le 18, la comète paroissoit foiblement à travers des nuages rares qui étoient à l'occident, & assez étendus; je la comparai avec peine à l'étoile quarante-troisième de Bérénice, à l'étoile, n.^o 1, que j'avois déterminée, & deux fois à la nébuleuse, n.^o 3, dont j'ai déjà parlé; elle en étoit assez près; je jugeai que le 19, elle se trouveroit en conjonction avec elle, de manière que les deux atmosphères anticiperoient l'une sur l'autre, & je l'annonçai à l'Académie. Dans un intervalle de nuages, la comète paroissoit d'une lumière claire & sensible, avec une queue très-foible difficile à apercevoir, qui alloit se terminer sur la nébuleuse, ce qui lui donnoit 1 degré $\frac{1}{2}$ environ de longueur.

Le 19, vers les huit heures & demie du soir, la comète & la nébuleuse étoient dans le champ de la lunette & en conjonction, la différence des centres n'étoit que de 6 minutes 45 secondes en déclinaison; elles avoient de la ressemblance, soit pour la forme, pour la lumière, & pour la grandeur, l'on auroit pris aisément l'une pour l'autre, la comète cependant un plus apparente, on lui soupçonnoit une queue comme le 18 : cette conjonction étoit curieuse; le ciel n'étoit pas parfaitement beau, ce

qui diminueoit encore l'apparence de l'une & de l'autre. La comète fut comparée plusieurs fois à la nébuleuse, à la quarante-troisième étoile de Bérénice, & à l'étoile déterminée, n.º 1. Toutes ces comparaisons ont donné douze déterminations du lieu de la comète, qu'on trouvera dans la première table.

Le 21, le couchant fut en partie découvert le soir; je comparai la comète directement à l'étoile, n.º 9, cinquième grandeur, du Bouvier, suivant Flamsteed; & celle-ci fut comparée aussi plusieurs fois à ϵ de la même constellation: je m'attachai à bien déterminer cette étoile, n.º 9, parce qu'elle devoit servir plusieurs jours de suite à la détermination du lieu de la comète.

Le 22, le ciel fut en partie couvert le soir; la comète ne put être comparée que dans les intervalles que les nuages laissoient entr'eux, à la même étoile du jour précédent, n.º 9. De ces comparaisons, il a résulté trois positions de la comète, qu'on trouvera dans la première table.

Le 23, il tomba de la pluie une grande partie de l'après-midi, elle continua jusque vers les neuf heures du soir, le ciel alors devint assez beau; la comète paroissoit dans la lunette avec éclat, on lui soupçonnoit une queue, mais d'une lumière extrêmement affoiblie. La même étoile, n.º 9, du Bouvier, servit à déterminer son lieu; trois déterminations en sont rapportées dans la Table des positions.

Le 24, le ciel fut couvert la plus grande partie de l'après-midi, avec pluie: le soir, le ciel devint parfaitement beau & pur, la comète paroissoit dans la lunette avec toute sa lumière, je pouvois la voir encore assez près de l'horizon, quoique dans les vapeurs; le noyau paroissoit brillant, environné d'une grande nébulosité, on ne faisoit que lui soupçonner une queue d'une lumière très-foible, & très-courte. La comète fut comparée quatre fois, à des heures différentes, à la même étoile, n.º 9, du Bouvier; les positions en sont rapportées dans la première Table.

Le 25, le ciel fut en partie couvert l'après-midi; le soir

il commença à s'éclaircir à l'occident, & peu de temps après les nuages se dissipèrent: la comète, avec la lunette, fut mise en comparaison avec la nébuleuse, n.^o 3, sa lumière étoit un peu plus apparente, & elle ne paroissoit pas avoir diminué depuis plusieurs jours. Pour déterminer son lieu, je la comparai, comme les jours précédens, à la même étoile, n.^o 9, du Bouvier, & à une seconde étoile de septième à huitième grandeur, qui n'avoit pas encore été déterminée: la position de cette étoile est rapportée dans la seconde table, sous le n.^o 2.

Le 27, il tomba de la pluie toute la matinée, & l'après-midi le ciel fut couvert; le soir, les nuages se séparèrent, & j'observai la comète, que je comparai trois fois à l'étoile ϵ du Bouvier, de troisième grandeur, & trois fois à une étoile nouvelle de sixième à septième grandeur, qu'on trouvera dans la seconde table, sous le n.^o 3.

Le 28, le ciel fut couvert l'après-midi, avec pluie, elle continua de tomber jusqu'à huit heures du soir; les nuages se séparèrent ensuite à l'occident, & j'observai la comète, que je comparai directement à la même étoile ϵ , & à la nouvelle, n.^o 3.

Le 29, le ciel fut couvert la plus grande partie de la journée; le soir il s'éclaircit, & peu de temps après il devint parfaitement beau, excepté le couchant qui étoit moins, la comète y paroissoit un peu obscure; je la comparai directement, comme les deux jours précédens, à la même étoile ϵ du Bouvier, & à une seconde étoile de septième à huitième grandeur, que j'ai rapportée dans la seconde Table, sous le n.^o 4.

Le 30 Août, le ciel fut couvert avec pluie une grande partie de la journée, le soir il s'éclaircit, & j'observai la comète, que je comparai directement à la même étoile ϵ .
Le 31, la comète devoit se rapprocher encore davantage de cette étoile.

Le 31, le ciel fut couvert l'après-midi, avec du vent; le soir il y eut quelques éclaircis au couchant, mais de peu

de durée : comme la comète étoit près de l'étoile α du Bouvier, j'eus le temps de la comparer deux fois à cette étoile ; les positions en sont rapportées dans la première Table.

Le 1.^{er} Septembre, le ciel fut parfaitement beau le soir ; je comparai la comète à la même étoile α du Bouvier.

Le 4, il tomba de la pluie dans l'après-midi, le ciel ensuite devint fort beau, & continua de l'être jusqu'au coucher de la Lune, & alors il commença à se couvrir. La comète, vue à la lunette, paroissoit perdre de sa lumière ; cette apparence pouvoit provenir aussi de la lumière de la Lune qui, lors de mes observations, étoit sur l'horizon. La comète fut comparée trois fois à la même étoile α du Bouvier, & deux fois à l'étoile ψ de la même constellation, cinquième grandeur ; les positions en sont rapportées dans la première Table.

Le 5, le ciel fut couvert l'après-midi, avec un peu de pluie, & ce ne fut que vers les huit heures & demie du soir que je vis la comète entre les intervalles des nuages ; mais à neuf heures les nuages se dissipèrent, & le ciel devint parfaitement beau au couchant. Je comparai la comète à l'étoile ψ du Bouvier.

Le 6, le temps fut fort beau le soir, mais la grande lumière de la Lune affoiblissoit considérablement celle de la comète : à la lunette, on la voyoit encore très-bien, le noyau brillant, sensible & environné de nébulosité. Je comparai la comète directement à l'étoile α de la Couronne & à l'étoile b du Bouvier, que Flamsteed, dans son catalogue, marque de septième grandeur.

Le 7, le ciel fut beau toute la journée & le soir ; mais il y avoit dans l'air beaucoup de vapeurs, la Lune qui étoit près de son plein, répandoit une grande lumière qui rendoit les apparences de la comète peu sensibles ; on ne pouvoit la voir que foiblement avec la grande lunette, avec une lunette acromatique de deux pieds on ne pouvoit pas l'apercevoir. Je comparai plusieurs fois la comète aux
mêmes

mêmes étoiles que la veille, *a* de la Couronne & *b* du Bouvier; elle fut aussi comparée à une étoile que je déterminai, & qu'on trouvera dans la seconde table, sous le n.^o 5.

Le 9, le ciel fut couvert en grande partie l'après-midi, mais le soir il s'éclaircit au couchant; je cherchai la comète que je n'avois pu voir la veille, à cause du mauvais temps: le soir, la grande lumière de la Lune nuisoit beaucoup à cette recherche; l'ayant trouvée, je reconnus qu'elle perdoit sensiblement de sa lumière; elle paroissoit sur le parallèle de l'étoile γ de la Couronne; je la comparai deux fois à cette étoile, une fois à une étoile de huitième grandeur, n.^o 7; trois fois à une étoile, aussi de huitième grandeur, n.^o 8, & deux fois à une troisième de même grandeur, n.^o 11. L'on trouvera dans la seconde table la position de ces étoiles, sous ces mêmes n.^{os} 7, 8 & 11; & la détermination de la comète par ces étoiles, dans la première table.

Le 10 Septembre, le ciel fut en partie couvert l'après-midi, & sans nuages le soir; la Lune qui étoit à l'orient, nuisoit peu par sa lumière à celle de la comète qui étoit au couchant; celle-ci paroissoit avec plus de lumière que les jours précédens, parce que la Lune étoit plus loin: je la comparai aux mêmes étoiles que le 9, & à l'étoile δ de la Couronne, quatrième grandeur.

Le 11, le temps fut fort beau le soir; je cherchai la comète avant le lever de la Lune, on la voyoit dans la lunette avec assez de lumière, mais diminuée de grandeur; elle fut comparée trois fois à γ & trois fois à δ , l'une & l'autre de la Couronne, & une fois à une étoile de huitième à neuvième grandeur, qu'on trouvera dans la seconde table, sous le n.^o 9. Je déterminai aussi, le même soir, plusieurs étoiles qui devoient servir les jours suivans à la détermination de son lieu. Ces observations du 11 Septembre, sont les dernières faites à Paris, à l'observatoire de la Marine; la suite fut continuée au château de Saron en Champagne.

Mém. 1786.

O

Suite des Observations de la Comète, faites au château de Saron, qui est 5 minutes 37 secondes de temps, à l'orient du méridien de l'observatoire de la Marine : hauteur du Pôle, 48 degrés 33 minutes 45 secondes.

Devant passer mes vacances au château de Saron, je partis de Paris le 13 Septembre, pour m'y rendre: comme j'avois dessein d'y suivre la comète jusqu'à sa disparition entière, M. le Président de Saron voulut bien me seconder dans mon projet, & me donner toutes les facilités dont je pouvois avoir besoin pour la suivre & l'observer. Je trouvai au château de Saron trois pendules à secondes, un quart-de-cercle en bois, le limbe recouvert d'une lame de cuivre; ce quart-de-cercle avoit deux pieds de rayon: une grande lunette acromatique de 40 lignes d'ouverture, peut-être la meilleure qui soit sortie des mains de Dollond, à laquelle j'avois adapté le micromètre à fils de ma grande lunette de l'observatoire de la Marine, le même micromètre qui m'avoit servi pour les précédentes observations de cette comète. Cette lunette de M. le Président de Saron avoit de plus la commodité d'être montée sur une machine parallactique faite en bois & très-solide.

Le 15, je plaçai les instrumens, ainsi que les pendules, & j'établis pour le lieu de mes observations le vestibule du château qui avoit deux grandes portes vitrées, placées vis-à-vis l'une de l'autre, l'une au midi & l'autre au nord; cette dernière étoit celle qui devoit servir à mes observations: la pendule à secondes de M. Ferdinand Berthoud étoit placée dans le vestibule; comme la lentille de cette pendule n'étoit pas garantie du vent, je la trouvai souvent arrêtée, les deux autres servoient à la remettre à l'heure, de manière qu'il peut y avoir des erreurs dans la réduction des temps vrais des observations; mais la comète ayant peu de mouvement, les erreurs qu'il peut y avoir ne peuvent pas y influer beaucoup. Les trois pendules étoient

souvent réglées par des hauteurs correspondantes du Soleil, & comparées ensemble.

Le ciel à Saron est ordinairement plus beau & plus pur qu'à Paris.

Le 16 Septembre, le ciel étant parfaitement beau le soir, je cherchai la comète avec la grande lunette; je la trouvai sur le parallèle de deux étoiles qui étoient près l'une de l'autre, & que j'avois eu soin de déterminer à Paris, ayant reconnu que la comète approcheroit de ces étoiles; l'une de ces étoiles avoit plus de lumière que l'autre, je l'estimai de la huitième grandeur, & c'est à celle-là que je comparai la comète: on en trouvera quatre positions dans la première table, & celle de l'étoile est rapportée dans la seconde, sous le n.^o 10.

La comète paroissoit avoir perdu beaucoup de sa lumière depuis ma dernière observation faite à Paris le 11 septembre au soir, je ne pouvois plus la voir avec une lunette de nuit de quinze pouces de foyer; à la grande lunette, on la voyoit encore assez bien, le noyau assez clair, environné d'une légère nébulosité.

Le 19, le ciel fut parfaitement beau le soir; la comète, dans la lunette, paroissoit plus belle que le 16, ce qui pouvoit provenir du ciel plus serein; la comète fut comparée à la même étoile, n.^o 10, & à deux autres étoiles nouvelles, n.^{os} 12 & 13, de septième & de huitième grandeur; elles furent comparées à l'étoile, n.^o 10. On en trouvera les positions dans la seconde table, & celle de la comète dans la première.

Le 20, par un beau temps, je comparai la comète à l'étoile, n.^o 12.

Le 21, la comète vue à la grande lunette, paroissoit assez belle, le noyau comme un point de lumière très-brillant, environné d'une nébulosité qui avoit de l'étendue; comme le ciel étoit parfaitement beau & pur, j'essayai si je pourrois la voir encore avec la lunette de nuit, je la vis, mais avec beaucoup de difficulté, & pour la voir, il

falloit être dirigé par la grande lunette. Je comparai la comète à la même étoile que les deux jours précédens, n.^o 12, & à l'étoile, n.^o 10 d'Hercule, cinquième grandeur, suivant le catalogue de Flamsteed.

Le 22, le ciel fut très-beau le soir, la comète paroissoit à la grande lunette comme les jours précédens; on remarquoit aisément, & par un beau temps, qu'elle perdoit chaque jour peu de sa lumière. Je comparai la comète trois fois à l'étoile, n.^o 10, d'Hercule, suivant Flamsteed.

Le 23, la comète fut comparée à la même étoile; les positions en sont rapportées dans la première table.

Le 29; vent violent & pluie pendant la journée; vers les sept heures du soir, ce grand vent diminua, le ciel alors s'éclaircit en partie; dans les intervalles des nuages, je cherchai la comète que je n'avois pu voir depuis le 23, à cause du mauvais temps; l'ayant trouvée au moyen de la grande lunette, je la comparai plusieurs fois à une étoile de septième grandeur qui fut comparée directement à β d'Hercule: l'on trouvera la position de cette étoile dans la seconde table, sous le n.^o 14, & celle de la comète dans la première.

Le 30, il tomba de la pluie une partie de la journée, & dans les intervalles, le ciel fut couvert; vers les sept heures du soir, le ciel, du côté du couchant, se découvrit en partie, j'observai la comète qui s'étoit approchée de l'étoile du 29, n.^o 14, je la comparai plusieurs fois à cette étoile: les positions en sont rapportées dans la première table. Le ciel n'étoit pas pur lors de ces observations, & la Lune étoit sur l'horizon, de manière que ce n'étoit pas sans peine qu'on pouvoit voir la comète dans la lunette.

Le 1.^{er} Octobre, le ciel se découvrit en grande partie le soir, j'observai la comète que j'avois peine à reconnoître dans la lunette, tant sa lumière étoit affoiblie; elle l'étoit encore par celle de la Lune: la comète étoit sur le parallèle de la même étoile, n.^o 14, à laquelle elle fut comparée

trois fois, & à des heures différentes : les positions en sont rapportées dans la première table.

Le 3, le soir, il y eut beaucoup de nuages ; dans les intervalles, le ciel n'y étoit pas pur ; & la Lune sur l'horizon répandoit une grande lumière ; tout s'opposoit à ce qu'on pût bien voir & reconnoître la comète ; quoiqu'elle fût dans la lunette, on ne pouvoit que l'y soupçonner, de manière que l'observation qui en fut faite, en la comparant avec β d'Hercule qui se trouvoit sur son parallèle, doit être regardée comme douteuse ; je n'ai pas laissé que de la rapporter dans la première table.

Le 5, il tomba de la pluie une partie de la matinée & de l'après-midi, avec un vent très-violent qui s'éleva vers les trois heures & demie. Le soir, le ciel se découvrit en grande partie au couchant ; mais la Lune sur l'horizon y répandoit une grande lumière qui étoit suffisante pour éclairer les fils du micromètre, de manière que la comète, quoique dans la lunette, y étoit comme effacée, je ne pouvois que l'y soupçonner ; les observations que j'en ai faites doivent être regardées comme douteuses : elle fut comparée directement à l'étoile β d'Hercule, & trois fois à une étoile dont le lieu fut déterminé en la comparant directement à β ; l'on trouvera sa position dans la seconde table, sous le n.^o 15.

Le 11, il tomba une grande pluie d'orage vers les cinq heures trois quarts de l'après-midi, il y avoit des éclairs & du tonnerre au loin ; le ciel ensuite se découvrit en grande partie. J'eus beaucoup de peine à retrouver la comète que je n'avois pu voir depuis le 5 ; il fallut employer à cette recherche l'étoile β d'Hercule, sachant que la différence de passages au fil horaire du micromètre, entre l'étoile & la comète, devoit être d'environ 31 minutes ; ce moyen me réussit, je vis la comète, mais d'une lumière extrêmement foible ; je la comparai à une étoile de huitième grandeur, dont le lieu fut déterminé les jours suivans, en la comparant à d'autres étoiles déjà connues : on trouvera sa

position dans la seconde table, sous le n.^o 16; & celle de la comète dans la première.

Le 13, le ciel fut en partie serein le soir; je comparai la comète, avec beaucoup de peine, à cause de son peu de lumière, à la même étoile, n.^o 16.

Le 14, le ciel fut parfaitement beau le soir; la comète fut comparée à la même étoile, n.^o 16, & à la 212.^{me} du catalogue de M. Darquier (ce catalogue est imprimé dans nos Mémoires, volume de 1779, page 367). J'observai le passage de la comète au fil horaire du micromètre, sans éclairer les fils, il n'y avoit pas d'autre moyen; essayant de les éclairer, même le plus foiblement possible, la comète auroit disparu, tant sa lumière étoit affoiblie.

Le 16, par un beau temps, j'observai la comète avec les mêmes difficultés que ci-dessus; je la comparai trois fois à la même étoile du catalogue de M. Darquier, n.^o 212. Sur ces trois déterminations, j'ai pris un milieu qui a donné l'ascension droite & la déclinaison de la comète avec plus de précision; elle est rapportée dans la première table.

Le 20, le ciel fut parfaitement beau le soir; la comète fut comparée directement à la même étoile que ci-dessus.

Le 23, par un très-beau ciel, j'observai encore la comète, mais toujours avec beaucoup de difficulté, ne pouvant que la soupçonner, quoique dans la lunette; je la comparai encore deux fois à la 207.^{me} étoile du catalogue de M. Darquier, & trois fois à une étoile de cinquième à sixième grandeur, que je déterminai en la comparant à la 207.^{me}: l'on trouvera sa position dans la seconde table, sous le n.^o 17; & celle de la comète dans la première.

Le 26 Octobre, le ciel fut beau comme le 23; la Lune qui se couchoit vers sept heures un quart, favorisa la recherche de la comète, mais quoiqu'elle fût dans la lunette, j'avois bien de la peine à la voir, de temps à autre elle échappoit à ma vue; je l'observai cependant, & la comparai quatre fois à la même étoile, n.^o 17; on pourra en prendre un milieu pour avoir plus exactement son lieu;

j'ai rapporté ces quatre positions dans la première table, & celle de l'étoile dans la seconde.

J'aurois pu voir encore la comète quelques jours de plus, avec la même difficulté, mais je l'abandonnai, jugeant que les observations que je pourrois en faire, deviendroient trop incertaines, par la difficulté de l'observer : ainsi c'est au 26 Octobre que se sont terminées mes observations sur cette comète.

Suivant mes observations, cette comète a été observée depuis le 11 Août jusqu'au 26 Octobre; ce qui fait un intervalle de soixante-dix-sept jours qui comprennent quarante-trois jours d'observations, & ces quarante-trois jours, cent quatre-vingt-une déterminations du lieu de la comète, en ascension droite & en déclinaison.

J'ai rapporté dans une première table qui est à la suite de ce Mémoire, toutes les ascensions droites & déclinaisons de la comète que j'ai observée, avec la différence de passage entre la comète & les étoiles au fil horaire du micromètre, & les différences en déclinaison entre la comète & les étoiles; ces différences sont marquées des signes + & — : le premier indique qu'il faut ajouter ces différences observées, aux positions des étoiles avec lesquelles la comète a été comparée, pour avoir celle de la comète en ascension droite & en déclinaison; le second signe indique qu'il faut ôter.

La seconde table renferme les ascensions droites & les déclinaisons des étoiles qui ont été employées à la détermination du lieu de la comète, tant celles qui ont été prises de différens catalogues, que les étoiles que j'ai déterminées par de nouvelles observations, en les comparant à des étoiles déjà connues. Leurs positions sont réduites au temps des observations, & je n'y ai fait d'autres réductions que celle qu'on trouve dans les catalogues, sous le titre de *variation annuelle*.

Je joins aussi à ce Mémoire une carte céleste, divisée en degrés d'ascension droite & en degrés de déclinaison; j'y ai

rapporté toutes les positions de la route apparente que la comète a tenue parmi les étoiles fixes, pendant la durée de mes observations; & à l'inspection de cette carte, il sera facile de juger de la position de la comète & de celle des étoiles qui ont été employées à la détermination: ces étoiles sont renfermées chacune dans un cercle. On verra aussi par cette carte, que la comète a commencé à paroître à *Strough*, près de la chevelure de Bérénice; qu'elle l'a ensuite traversée; qu'elle a passé par les pattes de derrière du Lévrier le plus méridional; par le Bouvier, au-dessus d'Arcturus; au-dessous de la Couronne; & qu'elle a cessé d'être observée à la sortie de la constellation d'Hercule.

Les élémens de l'orbite de cette comète, ont été calculés par M. Méchain; on les trouve imprimés dans la *Connoissance des Temps de 1789*, page 322: les voici.

Lieu du nœud ascendant.....	6° 14' 22" 40"
Inclinaison de l'orbite.....	50. 54. 28.
Lieu du périhélie sur l'orbite.....	5. 9. 25. 36.
Logarithme de la distance périhélie....	9,612889.

Passage au périhélie, 7 Juillet 1786, à 22^h 0' 12", temps moyen, à Paris.

Son mouvement réel, direct.

TABLE

TABLE I.

Des positions apparentes de la seconde Comète observée en 1786, & comparée avec les Étoiles fixes, depuis le 11 Août jusqu'au 26 Octobre.

1786.	TEMPS vrai des Observ.	ASCENSIONS droites de la Comète observées.	DECLINAIS. de la Comète observées. Boréale.	DIFFÉRENCE en ascens. dr. de la Comète avec les Étoiles.	DIFFÉRENCE en déclinais. de la Comète avec les Étoiles.	Grandes des Étoiles.	Lignes & N. des Étoiles.	ÉTOILES avec lesquelles la Comète a été comparée.
		H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	M. S.		
Août 11	9. 27. 58	190. 51. 29	29. 3. 26	+ 0. 32. 30	+ 21. 25	4 5	31	de Bérénice.
	9. 33. 27	190. 51. 36	29. 3. 38	+ 0. 32. 37	+ 21. 37	4 5	31	
	9. 51. 17	190. 52. 44	29. 3. 42	+ 0. 33. 45	+ 21. 41	4 5	31	
	9. 51. 17	190. 52. 31	29. 3. 47	- 4. 20. 52	+ 17. 44	5 4	41	
	9. 51. 17	190. 52. 36	29. 4. 4	- 4. 35. 30	+ 6. 44	5 4	43	
	10. 8. 18	192. 31. 59	29. 9. 59	+ 2. 13. 0	+ 27. 58	4 5	31	
	10. 23. 46	192. 32. 59	29. 9. 58	+ 2. 14. 0	+ 27. 57	4 5	31	
	10. 23. 46	192. 32. 53	29. 9. 41	- 1. 40. 30	+ 23. 38	5 4	41	
	10. 23. 46	192. 32. 51	29. 9. 47	- 2. 55. 15	+ 12. 27	4 5	43	
	10. 59. 10	192. 34. 59	29. 9. 54	+ 2. 16. 0	+ 27. 53	4 5	31	
13	10. 59. 10	192. 35. 14	29. 9. 43	- 2. 52. 52	+ 12. 23	4 5	43	de Bérénice.
	9. 34. 24	194. 5. 38	29. 14. 42	- 0. 7. 45	+ 28. 39	5 4	41	
	9. 34. 24	194. 5. 36	29. 14. 34	- 1. 22. 30	+ 17. 14	4 5	43	
	9. 51. 27	194. 6. 23	29. 14. 40	- 0. 7. 0	+ 28. 37	5 4	41	
14	9. 51. 27	194. 6. 21	29. 14. 35	- 1. 21. 45	+ 17. 15	4 5	43	de Bérénice.
	9. 28. 53	195. 39. 36	29. 18. 10	+ 0. 11. 30	+ 20. 50	4 5	43	
	9. 32. 46	195. 40. 21	29. 18. 10	+ 0. 12. 15	+ 20. 50	4 5	43	
	10. 2. 25	195. 42. 6	29. 18. 16	+ 0. 14. 0	+ 20. 56	4 5	43	
	10. 2. 25	195. 42. 9	29. 18. 10	- 6. 59. 22	+ 9. 31	6 7	1	
	10. 2. 25	195. 41. 56	29. 18. 16	- 7. 22. 45	- 8. 58	néb.	3	déterminée. nébuleuse.
26	10. 37. 40	195. 44. 6	29. 18. 21	+ 0. 16. 0	+ 21. 2	4 5	43	de Bérénice.
	9. 31. 54	198. 44. 21	29. 21. 51	+ 3. 16. 15	+ 24. 31	4 5	43	
	9. 49. 26	198. 45. 51	29. 21. 52	+ 3. 17. 45	+ 24. 32	4 5	43	
	10. 5. 1	198. 46. 36	29. 21. 54	+ 3. 18. 30	+ 24. 34	4 5	43	
	11. 5. 39	198. 49. 58	29. 21. 58	+ 3. 21. 52	+ 24. 38	4 5	43	
28	8. 15. 59	201. 38. 1	29. 21. 42	- 1. 3. 30	+ 13. 3	6 7	1	déterminée, ci-dessus.
	8. 15. 59	201. 38. 11	29. 21. 33	- 1. 26. 30	- 5. 41	néb.	3	nébuleuse ci-dessus.

Mem. 1786.

P

114 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE

Suite des positions apparentes de la seconde Comète, &c.

1786.	TEMPS vrai des Observ.	ASCENSIONS droites de la Comète observées.	DÉCLINAIS. de la Comète observées. Boréale.	DIFFÉRENCE en ascen. dr. de la Comète avec les Étoiles.	DIFFÉRENCE en déclinaif. de la Comète avec les Étoiles.	Grandeur des Étoiles.	Lignes & N. ^o des Étoiles.	ÉTOILES avec lesquelles la Comète a été comparée.
	H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	M. S.			
18	9. 18. 28	201. 41. 6	29. 21. 47	+ 6. 13. 0	+ 24. 27	4.5	43	de Bérénice.
	9. 18. 28	201. 41. 16	29. 21. 37	- 1. 0. 15	+ 12. 58	6.7	1	détermin. ci-dessus.
	9. 18. 28	201. 41. 26	29. 21. 49	- 2. 23. 15	- 5. 25	néb.	3	nébuleuse.
19	7. 54. 23	203. 3. 43	29. 20. 26	+ 7. 35. 37	+ 23. 6	4.5	43	de Bérénice.
	7. 54. 23	203. 3. 38	29. 20. 28	+ 0. 22. 7	+ 11. 49	6.7	1	détermin. ci-dessus.
	8. 15. 49	203. 4. 46	29. 20. 25	+ 0. 23. 15	+ 11. 46	6.7	1	la même.
	8. 15. 49	203. 4. 41	29. 20. 24	0. 0. 0	- 6. 50	néb.	3	nébuleuse.
	9. 1. 53	203. 7. 36	29. 20. 22	+ 7. 39. 30	+ 23. 2	4.5	43	de Bérénice.
	9. 1. 53	203. 7. 31	29. 20. 19	+ 0. 26. 0	+ 11. 40	6.7	1	Étoile ci-dessus.
	9. 1. 53	203. 7. 26	29. 20. 29	+ 0. 2. 45	- 6. 45	néb.	3	nébuleuse.
	9. 10. 30	203. 8. 16	29. 20. 13	+ 0. 26. 45	+ 11. 34	6.7	1	celle ci-dessus.
	9. 25. 14	203. 8. 31	29. 20. 15	+ 0. 27. 0	+ 11. 36	6.7	1	la même.
	9. 25. 14	203. 8. 41	29. 20. 12	+ 0. 4. 0	- 7. 2	néb.	3	nébuleuse.
	10. 43. 52	203. 13. 31	29. 20. 21	+ 0. 32. 0	+ 11. 42	6.7	1	celle ci-dessus.
	10. 43. 52	203. 13. 11	29. 20. 22	+ 0. 8. 30	- 6. 52	néb.	3	nébuleuse.
21	8. 31. 46	205. 54. 46	29. 14. 44	+ 3. 13. 15	+ 6. 5	6.7	1	celle ci-dessus.
	8. 40. 6	205. 54. 49	29. 14. 55	- 0. 47. 15	+ 42. 26	5	9	
	8. 48. 59	205. 55. 27	29. 14. 54	- 0. 46. 37	+ 42. 25	5	9	
22	8. 35. 56	207. 17. 4	29. 11. 12	+ 0. 35. 0	+ 38. 43	5	9	
	8. 57. 2	207. 18. 56	29. 11. 10	+ 0. 35. 52	+ 38. 41	5	9	
	9. 14. 36	207. 18. 49	29. 11. 7	+ 0. 36. 45	+ 38. 38	5	9	
23	9. 22. 44	208. 40. 4	29. 6. 9	+ 1. 58. 0	+ 33. 40	5	9	
	9. 39. 30	208. 40. 34	29. 5. 57	+ 1. 58. 30	+ 33. 28	5	9	
	9. 59. 14	208. 42. 4	29. 5. 46	+ 2. 0. 0	+ 33. 17	5	9	
24	8. 0. 26	209. 54. 56	29. 0. 58	+ 3. 12. 52	+ 28. 29	5	9	la même
	8. 23. 57	209. 56. 11	29. 0. 51	+ 3. 14. 7	+ 28. 22	5	9	du Bouvier.
	8. 46. 46	209. 57. 19	29. 0. 40	+ 3. 15. 15	+ 28. 11	5	9	
	10. 33. 30	210. 2. 49	29. 0. 12	+ 3. 20. 45	+ 27. 43	5	9	
25	8. 0. 56	211. 13. 4	28. 55. 4	+ 4. 31. 0	+ 22. 35	5	9	
	8. 30. 15	211. 14. 4	28. 55. 1	+ 4. 32. 0	+ 22. 32	5	9	
	9. 3. 18	211. 15. 26	28. 54. 55	+ 4. 33. 22	+ 22. 26	5	9	
	9. 3. 18	211. 15. 31	28. 54. 43	- 0. 12. 39	+ 20. 51	7.8	2	déterminée.

Suite des positions apparentes de la seconde Comète, &c.

1786.	TEMPS vrai des Observ.	ASCENSIONS droites de la Comète observées.	DÉCLINAIS. de la Comète observées. Boréale.	DIFFÉRENCE en ascens. dr. de la Comète avec les Étoiles.	DIFFÉRENCE en déclinais. de la Comète avec les Étoiles.	Gros- seur des Étoiles.	Latitude N ^o des Étoiles.	ÉTOILES avec lesquelles la Comète a été comparée.
	H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	M. S.			
Août. 27	7. 58. 41	213. 43. 59	28. 41. 36	- 5. 13. 7	+ 42. 38	3	1	du Bouvier.
	7. 58. 41	213. 43. 59	28. 41. 35	+ 0. 6. 0	+ 18. 22	6.7	3	} la même détermin.
	8. 46. 41	213. 46. 14	28. 41. 27	+ 0. 8. 15	+ 18. 14	6.7	3	
	8. 46. 41	213. 46. 21	28. 41. 26	- 5. 8. 45	+ 42. 28	3	1	
	9. 10. 43	213. 47. 36	28. 41. 20	- 5. 7. 30	+ 42. 22	3	1	du Bouvier.
	9. 10. 43	213. 47. 44	28. 41. 19	+ 0. 9. 45	+ 18. 6	6.7	3	} la même ci-dessus.
	8. 45. 30	214. 59. 44	28. 33. 39	+ 1. 21. 45	+ 10. 26	6.7	3	
	8. 47. 42	214. 59. 59	28. 33. 45	- 3. 55. 7	+ 34. 47	3	1	
	9. 11. 2	215. 1. 6	28. 33. 34	- 3. 54. 0	+ 34. 36	3	1	} du Bouvier.
	9. 29. 22	215. 1. 29	28. 33. 24	- 3. 53. 37	+ 34. 26	3	1	
	7. 51. 9	216. 9. 44	28. 25. 53	- 2. 45. 22	+ 26. 55	3	1	
	8. 50. 6	216. 12. 6	28. 25. 46	- 2. 43. 0	+ 26. 48	3	1	} déterminée.
29	9. 41. 0	216. 14. 36	28. 25. 20	- 2. 40. 30	+ 26. 22	3	1	
	9. 41. 0	216. 14. 39	28. 25. 19	- 0. 29. 45	0. 0	7.8	4	
30	7. 45. 55	217. 20. 14	28. 17. 27	- 1. 34. 52	+ 18. 29	3	1	} Bouvier.
	8. 16. 32	217. 21. 29	28. 17. 20	- 1. 33. 37	+ 18. 22	3	1	
	8. 47. 50	217. 22. 59	28. 17. 17	- 1. 32. 7	+ 18. 19	3	1	
31	8. 55. 49	218. 32. 31	28. 8. 38	- 0. 22. 45	+ 9. 40	3	1	} déterminée.
	9. 1. 42	218. 32. 36	28. 8. 38	- 0. 22. 30	+ 9. 40	3	1	
	7. 56. 3	219. 38. 28	27. 59. 46	+ 0. 43. 22	+ 0. 48	3	1	
Sept. 1	8. 19. 5	219. 39. 21	27. 59. 34	+ 0. 44. 15	+ 0. 36	3	1	} Bouvier.
	10. 2. 19	219. 44. 21	27. 58. 58	+ 0. 49. 15	0. 0	3	1	
	7. 46. 54	222. 55. 56	27. 30. 34	- 0. 53. 45	- 16. 41	5	↓	
4	8. 9. 51	222. 56. 36	27. 30. 18	+ 4. 1. 30	- 28. 40	3	1	} Bouvier.
	8. 9. 51	222. 56. 34	27. 30. 19	- 0. 53. 7	- 16. 56	5	↓	
	8. 58. 43	222. 58. 36	27. 30. 0	+ 4. 3. 30	- 28. 58	3	1	
5	8. 58. 43	222. 58. 34	27. 29. 59	- 0. 51. 7	- 17. 16	5	↓	} de la Couronne.
	8. 51. 27	224. 1. 56	27. 20. 0	+ 0. 12. 15	- 27. 15	5	↓	
	9. 14. 46	224. 2. 58	27. 19. 38	+ 5. 7. 52	- 39. 20	3	1	
6	9. 14. 46	224. 2. 56	27. 19. 29	+ 0. 13. 15	- 27. 46	5	↓	} de la Couronne.
	9. 23. 4	224. 3. 41	27. 19. 46	+ 0. 14. 0	- 27. 29	5	↓	
	7. 38. 31	225. 0. 51	27. 10. 14	- 6. 24. 0	- 16. 27	2.3	1	

116 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE

Suite des positions apparentes de la seconde Comète, &c.

1786.	TEMPS vrai des Obsrv.	ASCENSIONS droites de la Comète observées.	DÉCLINAIS. de la Comète observées, Boréale.	DIFFÉRENCE en ascen. dr. de la Comète avec les Étoiles.	DIFFÉRENCE en déclinaif. de la Comète avec les étoiles.	Grandeur des Étoiles.	Lignes & N.° des Étoiles.	ÉTOILES avec lesquelles la Comète a été comparée.
		H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	M. S.		
sept. 6	7. 38. 31	225. 0. 41	27. 10. 13	+ 0. 13. 0	+ 2. 12	7	b	du Bouvier.
	8. 15. 22	225. 2. 6	27. 10. 10	- 6. 22. 45	- 16. 31	2.3	a	Couronne.
	8. 15. 22	225. 2. 18	27. 10. 10	+ 0. 14. 37	+ 2. 9	7	b	
	8. 49. 46	225. 4. 3	27. 9. 41	+ 0. 16. 22	+ 1. 40	7	b	Bouvier.
	8. 5. 52	226. 3. 36	26. 59. 23	- 5. 21. 15	- 27. 18	2.3	a	Couronne.
	8. 5. 52	226. 3. 26	26. 59. 24	+ 1. 15. 45	- 8. 37	7	b	du Bouvier.
	8. 5. 52	226. 3. 36	26. 59. 23	+ 2. 25. 7	+ 5. 55	8	5	déterminée.
	8. 36. 51	226. 4. 26	26. 59. 10	+ 1. 16. 45	- 8. 51	7	b	
	9. 19. 33	226. 6. 18	26. 59. 1	+ 1. 18. 37	- 9. 0	7	b	Bouvier.
	9. 44. 45	226. 7. 26	26. 58. 54	+ 1. 19. 45	- 9. 7	7	b	
9	8. 29. 27	228. 4. 14	26. 37. 37	- 0. 15. 7	+ 13. 14	8	8	déterminées.
	8. 29. 27	228. 4. 13	26. 37. 47	- 4. 26. 0	+ 10. 6	8	11	
	8. 29. 27	228. 4. 17	26. 37. 43	- 5. 22. 45	- 21. 31	4	>	Couronne.
	9. 7. 4	228. 5. 29	26. 37. 25	- 0. 13. 52	+ 13. 2	8	8	déterminées.
	9. 7. 4	228. 5. 28	26. 37. 22	- 4. 24. 45	+ 9. 41	11	>	Couronne.
	9. 7. 4	228. 5. 25	26. 37. 21	- 5. 21. 37	- 21. 53	4	>	
	9. 37. 56	228. 6. 40	26. 36. 45	+ 1. 29. 0	+ 9. 51	6.7	6	
	9. 37. 56	228. 6. 51	26. 36. 43	- 0. 12. 30	+ 12. 20	8	8	
	9. 37. 56	228. 6. 40	26. 36. 45	+ 0. 37. 0	+ 7. 19	8	7	déterminées.
	10. 7. 46. 16	229. 0. 36	26. 26. 56	+ 0. 41. 15	+ 2. 33	8	8	
10	7. 46. 16	229. 0. 36	26. 26. 55	- 3. 29. 37	- 0. 46	8	11	
	7. 46. 16	229. 0. 40	26. 27. 6	- 4. 26. 22	- 32. 8	4	>	de la Couronne.
	7. 46. 16	229. 0. 39	26. 26. 52	- 6. 9. 30	- 17. 20	4	>	
	8. 34. 14	229. 2. 43	26. 26. 31	+ 0. 43. 22	+ 2. 8	8	8	déterminées.
	8. 34. 14	229. 2. 43	26. 26. 28	- 3. 27. 30	- 1. 13	8	11	
	8. 34. 14	229. 2. 40	26. 26. 31	- 4. 24. 22	- 32. 43	4	>	
	8. 14. 14	229. 2. 39	26. 26. 24	- 6. 7. 30	- 17. 48	4	>	
	7. 33. 54	229. 57. 47	26. 15. 40	- 3. 29. 15	- 43. 34	4	>	Couronne.
	7. 33. 54	229. 57. 47	26. 15. 39	- 5. 12. 22	- 28. 33	4	>	
	8. 3. 50	229. 58. 39	26. 15. 12	- 5. 11. 30	- 29. 0	4	>	
11	8. 3. 50	229. 58. 47	26. 15. 14	- 3. 28. 15	- 44. 0	4	>	
	8. 3. 50	229. 58. 31	26. 15. 13	- 0. 14. 45	0. 0	8.9	9	déterminée.

Suite des positions apparentes de la seconde Comète, &c.

1786.	TEMPS vrai des Obsér.	ASCENSIONS droites de la Comète observées.	DÉCLINAIS. de la Comète observées. Boréale.	DIFFÉRENCE en ascen. dr. de la Comète avec les Étoiles.	DIFFÉRENCE en déclinaif. de la Comète avec les Étoiles.	Grandeur des Étoiles.	Lettres & N° des Étoiles.	ÉTOILES avec lesquelles la Comète a été comparée.
		H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	M. S.			
Sept. 11	8. 57. 57	230. 0. 39	16. 15. 0	— 5. 9. 30	— 27. 12	4	5	Couronne,
	8. 57. 57	230. 0. 47	16. 15. 2	— 3. 26. 15	— 44. 12	4		
	8. 57. 57	230. 0. 46	16. 14. 58	— 0. 12. 30	— 0. 15	8.9		
à Saron, 16	7. 57. 44	234. 30. 45	25. 19. 21	+ 2. 13. 7	+ 5. 1	8	10	
	8. 14. 42	234. 31. 0	25. 19. 15	+ 2. 13. 22	+ 4. 55	8		
	8. 40. 32	234. 32. 15	25. 18. 3	+ 2. 14. 37	+ 3. 43	8		
19	8. 43. 45	237. 5. 23	24. 44. 25	+ 4. 47. 45	— 29. 55	8	10	
	9. 7. 21	237. 6. 15	24. 44. 11	+ 4. 48. 37	— 30. 9	8		
	9. 30. 32	237. 6. 53	24. 43. 19	+ 1. 59. 0	+ 23. 10	7		
20	9. 30. 32	237. 7. 8	24. 43. 18	— 0. 37. 30	— 10. 54	8	13	déterminées,
	8. 19. 40	237. 54. 23	24. 32. 53	+ 2. 46. 30	+ 12. 44	7		
	8. 36. 55	237. 55. 8	24. 32. 47	+ 2. 47. 15	+ 12. 38	7		
21	7. 47. 29	238. 42. 0	24. 21. 21	+ 3. 34. 7	+ 1. 12	7	12	
	8. 15. 31	238. 43. 15	24. 21. 54	+ 3. 35. 22	+ 1. 45	7		
	8. 15. 31	238. 43. 14	24. 22. 0	— 1. 55. 34	+ 18. 28	5		
22	8. 41. 54	238. 43. 53	24. 21. 27	+ 3. 36. 0	+ 1. 18	7	12	d'Hercule, ci-dessus détermin.
	8. 41. 54	238. 43. 48	24. 21. 15	— 1. 55. 0	+ 17. 43	5		
	7. 35. 21	239. 29. 52	24. 10. 36	— 1. 8. 56	+ 7. 4	5		
23	7. 45. 0	239. 30. 22	24. 10. 37	— 1. 8. 26	+ 7. 5	5	10	d'Hercule,
	7. 55. 48	239. 31. 15	24. 10. 33	— 1. 7. 33	+ 7. 1	5		
	7. 37. 30	240. 17. 33	23. 59. 36	— 0. 21. 15	— 3. 56	5		
24	7. 50. 38	240. 18. 3	23. 59. 24	— 0. 20. 45	— 4. 8	5	10	
	8. 3. 39	240. 18. 48	23. 59. 13	— 0. 20. 0	— 4. 19	5		
	7. 44. 1	244. 49. 33	22. 53. 21	— 0. 42. 22	+ 13. 7	7		
25	8. 20. 30	244. 50. 33	22. 53. 21	— 0. 41. 22	+ 13. 7	7	14	
	8. 38. 0	244. 51. 10	22. 53. 22	— 0. 40. 45	+ 13. 8	7		
	8. 50. 0	244. 51. 3	22. 53. 24	— 0. 40. 52	+ 13. 10	7		
30	8. 20. 10	245. 34. 55	22. 42. 56	+ 0. 2. 30	+ 2. 42	7	14	déterminées
	8. 27. 10	245. 34. 32	22. 43. 43	+ 0. 2. 37	+ 2. 59	7		
	8. 32. 12	245. 34. 55	22. 43. 9	+ 0. 3. 0	+ 2. 55	7		
Octob. 1	8. 8. 54	246. 15. 32	22. 33. 48	+ 0. 43. 37	— 6. 26	7	14	
	8. 20. 56	246. 16. 2	22. 33. 48	+ 0. 44. 7	— 6. 26	7		

118 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE

Suite des positions apparentes de la seconde Comète, &c.

1786.	TEMPS vrai des Obsrv.	ASCENSION droites de la Comète observées.	DÉCLINAIS. de la Comète observées. Boréale.	DIFFÉRENCE en ascens. dr. de la Comète avec les Étoiles.	DIFFÉRENCE en déclinaif. de la Comète avec les Étoiles.	Grandeur des Étoiles.	Lettr. & N.º des Étoiles.	ÉTOILES avec lesquelles la Comète a été comparée.
	H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	M. S. D.	M. S.			
Octob. 1	8. 26. 58	246. 16. 32	22. 33. 44	+ 0. 44. 37	- 6. 30	7	14	d'Hercule.
3	8. 5. 33	247. 39. 17	22. 11. 55	+ 2. 23. 7	+ 13. 55	3	15	
5	7. 24. 31	249. 1. 43	21. 52. 23	+ 0. 41. 52	- 8. 3	8	15	déterminée.
	7. 30. 42	249. 1. 43	21. 52. 14	+ 0. 41. 52	- 8. 12	8	15	
	7. 49. 15	249. 2. 17	21. 53. 58	+ 3. 46. 7	- 4. 2	3	15	d'Hercule.
	7. 58. 10	249. 2. 28	21. 52. 33	+ 0. 42. 37	- 7. 53	8	15	déterm. ci-dessus.
11	8. 3. 5	252. 57. 10	20. 54. 43	- 0. 24. 30	- 7. 34	8	16	déterminée.
	8. 12. 57	252. 57. 49	20. 54. 47	- 0. 24. 0	- 7. 30	8	16	
13	7. 54. 19	254. 12. 17	20. 36. 37	+ 0. 49. 37	- 25. 40	8	16	
	8. 9. 40	254. 11. 47	20. 36. 40	+ 0. 50. 7	- 25. 37	8	16	
14	7. 5. 5	254. 47. 25	20. 28. 47	+ 1. 25. 45	- 33. 30	8	16	M. d'Arquier.
	7. 13. 20	254. 47. 55	20. 28. 41	+ 1. 26. 15	- 33. 36	8	16	
	7. 53. 9	254. 49. 44	20. 27. 21	+ 0. 58. 22	+ 33. 49	5.6	212	
	8. 0. 13	254. 50. 14	20. 27. 41	+ 0. 58. 52	+ 34. 9	5.6	212	
16	7. 11. 50	256. 1. 14	20. 11. 10	+ 2. 9. 52	+ 17. 38	5.6	212	M. d'Arquier.
20	6. 51. 10	258. 23. 37	19. 38. 53	+ 4. 32. 15	- 14. 39	5.6	212	
	7. 18. 41	258. 23. 7	19. 39. 1	+ 4. 31. 45	- 14. 31	5.6	213	
23	6. 56. 27	260. 5. 23	19. 15. 23	- 0. 56. 22	- 9. 49	5.6	17	
	7. 33. 15	260. 5. 47	19. 15. 38	+ 6. 47. 7	- 25. 45	5.6	207	déterminée.
	7. 33. 25	260. 5. 53	19. 15. 29	- 0. 55. 52	- 9. 43	5.6	17	M. d'Arquier.
	8. 10. 41	260. 6. 17	19. 15. 31	+ 6. 47. 37	- 25. 52	5.6	207	celle ci-dessus.
	8. 10. 41	260. 6. 38	19. 15. 23	- 0. 55. 7	- 9. 49	5.6	17	M. d'Arquier.
26	6. 45. 6	261. 46. 7	18. 55. 44	+ 0. 44. 22	- 29. 28	5.6	17	
	7. 3. 23	261. 46. 22	18. 55. 36	+ 0. 44. 37	- 29. 36	5.6	17	
	7. 15. 1	261. 46. 7	18. 55. 48	+ 0. 45. 22	- 29. 24	5.6	17	
	7. 20. 0	261. 46. 52	18. 55. 55	+ 0. 45. 7	- 29. 17	5.6	17	celle ci-dessus.

TABLE II.

Des Ascensions droites & des Déclinaisons des Étoiles avec lesquelles la seconde Comète de 1786 a été comparée.

Leurs positions sont réduites au temps des Observations.

ASCENSION droite des Étoiles.	DÉCLINAISON des Étoiles Boréale.	Ordonn. des Étoiles.	Latitudes & N. des Étoiles.	NOMS DES ÉTOILES, qui ont servi à la détermination du lieu de la Comète.
D. M. S.	D. M. S.			
190. 18. 59	28. 42. 1	4.5	31	de Bérénice, comparée à la 43. ^e Comète comp. les 11 & 12 Août.
194. 13. 23	28. 46. 3	5.4	41	Bérénice, comparée à la 43. ^e Comète comparée les 11, 12 & 13 Août.
195. 28. 6	28. 57. 20	4.5	43	Bérénice. Comète comparée les 11, 12, 13, 14, 16, 18 & 19 Août.
102. 41. 31	29. 8. 39	6.7	1	nouvelle déterminée. Comète comparée les 14, 18, 19 & 21 Août.
103. 4. 41	29. 27. 14	néb.	3	la nébuleuse. Comète comparée les 14, 18 & 19 Août. Conjonct. le 19.
106. 42. 4	28. 32. 29	5	9	Bouvier, comparée à 2. Comète comp. les 21, 22, 23, 24 & 25 Août.
211. 28. 8	28. 43. 52	7.8	2	nouvelle, comparée au n. ^o 9 du Bouvier. Comète comparée le 25 Août.
213. 37. 59	28. 23. 13	6.7	3	nouvelle, comp. à 4 du Bouvier. Comète comp. les 27 & 28 Août.
116. 44. 24	28. 25. 19	7.8	4	nouvelle, comp. 3 fois à 4 du Bouvier. Comète comparée le 29 Août.
118. 55. 6	27. 58. 38	3	1	du Bouvier. Comète comparée les 27, 28, 29, 30 & 31 Août; 1, 4 & 5 Septembre.
123. 38. 29	26. 53. 28	8	5	nouvelle, comparée à 2 de la Couronne. Comète comparée le 7 Septembre.
123. 49. 41	27. 47. 15	5	↓	Bouvier, comparée à 1. Comète comparée les 4 & 5 Septembre.
124. 47. 41	27. 8. 1	7	6	Bouvier, comparée à 2 de la Couronne. Comète comp. le 6 & le 7 Septembre.
126. 37. 40	26. 26. 54	6.7	6	nouvelle, comp. à 6 du Bouvier. Comète comp. le 9 Septembre.
127. 29. 40	26. 29. 26	8	7	nouvelle, déterminée. Comète comp. le 9 Sept.
128. 19. 21	26. 24. 23	8	8	nouvelle, comp. à 7 de la Couronne. Comète comp. les 9 & 10 Septembre.
130. 13. 16	26. 15. 13	8.9	9	nouvelle, comp. à 8 de la Couronne. Comète comparée le 11 Septembre.
131. 24. 51	27. 26. 41	2.3	2	de la Couronne déclinée de la Couronne. Comète comète comp. les 6 & 7 Septembre.
132. 17. 38	25. 14. 20	8	10	nouvelle double : c'est la plus belle déterminée Comète comparée les 16 & 19 Septembre.

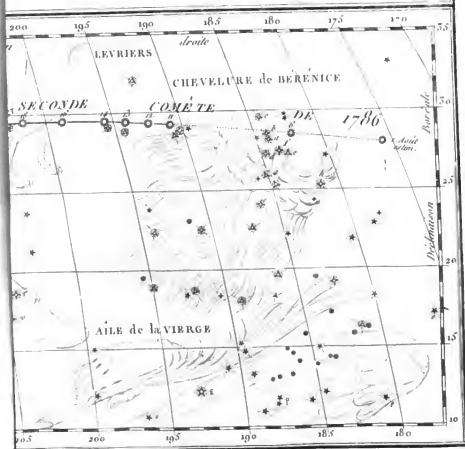
Suite de la Table des Ascensions droites, &c.

ASCENSION droite des Étoiles.	DÉCLINAISON Boréale des Étoiles.	Croiseur des Étoiles.	N. ^o des Étoiles.	NOMS DES ÉTOILES qui ont servi à la détermination du lieu de la Comète.
D. M. S.	D. M. S.			
232. 30. 13	26. 27. 41	8	11	nouvelle, comp. à l'Étoile nouv. α° δ . Comète comp. les 9 & 10 Septembre.
233. 27. 2	26. 59. 14	4	2	de la Couronne, comparée à α . Comète comp. les 9, 10 & 11 Septembre.
235. 7. 53	24. 10. 9	7	12	nouvelle, comp. à l'Étoile, α° γ . Comète comp. les 19, 20 & 21 Septembre.
235. 10. 9	26. 44. 12	4	δ	de la Couronne, comparée à α . Comète comp. les 10 & 11 Septembre.
237. 44. 38	24. 54. 12	8	13	nouvelle, comparée à l'Étoile, α° γ . Comète comparée le 19 Septembre.
240. 38. 48	24. 3. 32	5	10	d'Hercule, déduite de Flamsteed. Comète comp. les 21, 22 & 23 Septembre.
245. 16. 10	21. 58. 0	3	β	d'Hercule. Comète comp. les 3 & 5 Octobre.
245. 31. 55	22. 40. 14	7	14	nouvelle, comp. à β d'Hercule. Comète comp. les 29, 30 Septembre & 1. ^{re} Octobre.
248. 19. 51	22. 0. 26	8	15	nouvelle, comparée 2 fois à β . Comète comp. le 5 Octobre.
253. 18. 40	19. 41. 23	5.6	207	du Catalogue de M. d'Arquier. Comète comparée le 23 Octobre.
253. 21. 40	21. 2. 17	8	16	nouvelle, comp. à β . Comète comp. les 11, 13 & 14 Octobre.
253. 51. 22	19. 53. 32	5.6	212	du Catalogue de M. d'Arquier. Comète comp. les 14. 16 & 20 Octobre.
261. 1. 45	19. 25. 12	5.6	17	nouvelle, comp. 3 fois à la 207. ^e ci-dessus. Comète comparée les 23 & 26 Octobre.



OBSERVATION

de Caroline HERSCHEL, le 1. Août, près de la Chevelure de Bérénice.





O B S E R V A T I O N
DU PASSAGE DE MERCURE
SUR LE DISQUE DU SOLEIL,

Le 4 Mai 1786 au matin,

Faite à l'Observatoire de la Marine.

Par M. MESSIER.

LE 3 Mai, le ciel fut parfaitement beau pendant la matinée, mais l'après-midi il fut couvert en grande partie; le soir, vers les dix heures, il le fut entièrement, & continua d'être couvert la nuit du 3 au 4. Le 4, à cinq heures du matin, il tomba de la pluie, elle continua de tomber jusqu'à six heures & demie, le ciel ensuite resta entièrement & également couvert jusqu'à huit heures. Le temps annoncé pour la sortie de Mercure, étoit passé de plus d'un quart-d'heure; mais l'erreur du calcul avoit été de près de quatre heures sur le passage de 1753, que j'avois observé, & qui étoit semblable à celui de cette année, dans le nœud descendant; cela me fit attendre, je restai dans mon observatoire : à huit heures, les nuages commencèrent à se séparer au couchant; un vent du sud-ouest qui régnoit alors, éclaircit l'endroit où étoit le Soleil, & je vis Mercure qui étoit encore sur son disque, éloigné de sa sortie de plusieurs minutes.

La veille du passage, j'avois eu soin de placer dans le plan du méridien ma grande lunette acromatique, montée sur une machine parallaxique, & garnie de son micromètre à fils que j'avois dirigé sur le mouvement apparent du Soleil. Je profitai des intervalles que laissoient entr'eux les

Mém. 1786,

Q

Lû
le 6 Mai
1786.

nuages pour déterminer la position de Mercure; je pris des différences de passages au fil du micromètre, entre le premier bord du Soleil & le centre de Mercure, ainsi que les différences en déclinaison entre le bord inférieur du Soleil (dans la lunette qui renversoit) & le centre de Mercure. Voici la table de ces observations: la pendule réglée sur le mouvement des Fixes, sa marche étoit connue par les midis observés le jour du passage, avant & après.

Table des Observations.

DES PASSAGES au fil horaire.	TEMPS VRAI des passages de Mercure.	TEMPS des passages à la pendule.	DIFFÉR. des passages.	DIFFÉR. de déclinais.
	M. M. S.	H. M. S.	M. S.	M. S.
1. ^{er} bord du Soleil.	.....	22. 53. 19	} 0. 11	} 10. 18
Centre de Mercure.	8. 10. 22 $\frac{1}{2}$	22. 53. 30		
2. ^e Observation.				
1. ^{er} bord du Soleil.	.....	22. 57. 47	} 0. 10	}
Centre de Mercure.	8. 14. 48 $\frac{1}{2}$	22. 57. 57		
3. ^e Observation.				
1. ^{er} bord du Soleil.	.....	23. 4. 26	} 0. 8 $\frac{1}{2}$	}
Centre de Mercure.	8. 21. 25 $\frac{1}{2}$	23. 4. 34 $\frac{1}{2}$		
4. ^e Observation.				
1. ^{er} bord du Soleil.	.....	23. 5. 0	} 0. 8	} 10. 40
Centre de Mercure.	8. 21. 58 $\frac{1}{2}$	23. 5. 8		
5. ^e Observation.				
1. ^{er} bord du Soleil.	.....	23. 8. 33	} 0. 7 $\frac{1}{2}$	} 10. 44
Centre de Mercure.	8. 25. 30 $\frac{1}{2}$	23. 8. 40 $\frac{1}{2}$		
Au premier contact de Mercure, différence de déclinaison.				
				11. 10

Mercury étant sur le Soleil, je comparai son diamètre à l'épaisseur d'un des fils du micromètre; le diamètre du fil mesuré ensuite, me donna pour celui de Mercure 15 secondes, mais cette comparaison fut faite à la hâte, à cause des nuages fréquens qui couvroient de temps à autre le Soleil; il en est de même des observations rapportées ci-dessus.

Pour la sortie de Mercure, le Soleil étoit moins couvert, & l'observation que j'ai faite de sa sortie est précise. Pour cette observation importante de la sortie de la planète, j'avois placé sur la lunette son plus fort équipage qui grossissoit cent cinquante fois le diamètre de l'objet; je voyois très-bien & très-distinctement Mercure & le bord du Soleil.

Temps vrai

à 8 ^h 36' 28" $\frac{1}{2}$	Premier contact de Mercure au bord du Soleil.
8. 38. 11. $\frac{1}{2}$	J'estimai le centre de Mercure sur le bord du Soleil.
8. 39. 57. $\frac{1}{2}$	Contact extérieur pour la sortie de Mercure.

Depuis plusieurs jours, on voyoit sur le Soleil quatre grandes taches environnées de beaucoup de petites; ces taches paroissent dans la partie boréale du Soleil, & Mercure, dans sa route, devoit en passer fort près. Ce passage de Mercure observé ailleurs qu'à Paris, dans toute sa durée, aura peut-être déterminé plusieurs astronomes à le comparer à ces grandes taches: je les ai observées plusieurs jours de suite. Voici leurs positions pour les 3, 4, & 5 de Mai; elles furent observées le 3 à 10^h 0' du matin, temps vrai.

Le 4, jour du passage de Mercure à 9^h 42', & le 5 à 9^h 38'.

LE SOLEIL & les Taches.	Le 3 Mai 1786.			Le 4.			Le 5.		
	PASSAGE à la Pendule.	DIFFÉR. de passage.	DIFFÉR. de déclinail.	PASSAGE à la Pendule.	DIFFÉR. de passage.	DIFFÉR. de déclinail.	PASSAGE à la Pendule.	DIFFÉR. de passage.	DIFFÉR. de déclinail.
	H. M. S.	M. S.	M. S.	H. M. S.	M. S.	M. S.	H. M. S.	M. S.	M. S.
1. ^{er} bord du Soleil.	0. 40. 0			0. 29. 19			0. 29. 16		
la tache a.	0. 40. 27	0. 27	14. 39	0. 29. 36	0. 17	15. 47	0. 29. 25	0. 9	16. 38
la tache b.	0. 40. 45	0. 45	10. 27	0. 29. 52 $\frac{1}{2}$	0. 33 $\frac{1}{2}$	11. 35	0. 29. 30 $\frac{1}{2}$	0. 22 $\frac{1}{2}$	12. 43
la tache c.	0. 40. 46	0. 46	9. 36	0. 29. 53 $\frac{1}{2}$	0. 34 $\frac{1}{2}$	10. 48	0. 29. 40 $\frac{1}{2}$	0. 24 $\frac{1}{2}$	11. 53
la tache d.	0. 41. 15	1. 15	8. 13	0. 30. 23	1. 4	9. 20	0. 30. 7	0. 51	10. 44
2. ^d bord du Soleil.	0. 42. 12 $\frac{1}{2}$	2. 12 $\frac{1}{2}$	31. 49 $\frac{1}{2}$	0. 31. 33	2. 14	31. 50	0. 31. 30 $\frac{1}{2}$	2. 14 $\frac{1}{2}$	31. 48

Q ij

La seconde colonne de cette table contient le passage des deux bords du Soleil & des taches, au fil horaire du micromètre.

La troisième, la différence de passage entre le premier bord du Soleil & le milieu des taches.

La quatrième, les différences de déclinaison entre le bord supérieur du Soleil & les taches, en minutes & secondes.

La tache *a* qui passoit la première au fil horaire du micromètre, étoit assez ronde le 4, & paroïssoit de la grandeur de Mercure; les taches *b* & *c* étoient les plus grandes, elles étoient allongées, finissant en pointe; la dernière *d* étoit la plus petite, elle paroïssoit en forme de croissant. Ces quatre taches étoient chacune environnées de nébulosités formées de points bruns très-foncés, & très-distincts à la lunette.

Je joins à cette observation de Mercure, un dessin qui représente le Soleil, Mercure & les taches, d'après mes déterminations de trois jours, savoir, des 3, 4 & 5 de Mai; j'ai lié d'un trait celles de la même tache: les taches observées le 3 y sont désignées par la tache mise en hachure, les limites de l'atmosphère en points; le 4, comme elles paroïssent sur le Soleil, les taches en noir; le 5, la tache en blanc entourée d'un trait, & l'atmosphère toujours en points.

Ce passage de Mercure sur le Soleil avoit été annoncé & calculé d'après les tables de M. de la Lande. L'observation de la sortie du centre, suivant moi, fut faite à 8 heures 38 minutes 13 secondes; & suivant l'annonce de la *Connoissance des Temps*, pour 7 heures 45 minutes. Différence de l'observation avec le calcul, 53 minutes 13 secondes.

Cette grande différence à laquelle M. de la Lande ne s'attendoit pas, lui fit desirer, pour rectifier ses tables, des observations de Mercure dans ses plus grandes digressions; en conséquence il fit insérer l'avertissement qui suit, dans la *Gazette de France* du 11 Juillet 1786.

« Le sieur de la Lande, dans un Mémoire lu à l'Académie des Sciences, sur la théorie de Mercure, donne un « avertissement utile aux astronomes de l'Europe. Cette pla- « nète fera, le 9 Août & le 24 Septembre, dans ses plus « grandes digressions & dans ses apides tout-à-la-fois, cir- « constances rares & importantes, qui serviront à déterminer « mieux l'équation de son orbite, si l'on a soin de l'observer « plusieurs jours de suite vers ces deux époques ».

M. de la Lande n'avoit bien recommandé ces deux observations. Le 8 Août, par un beau temps, l'après-midi, je cherchai Mercure avec ma grande lunette acromatique qui étoit montée sur une machine parallélique, & placée dans le plan du méridien; malgré mes recherches, il ne me fut pas possible de l'apercevoir.

C'est avec cette lunette que je continuai les jours suivans à chercher Mercure, ayant renoncé à le voir au méridien à un télescope newtonien qui ne faisoit pas assez d'effort pour l'y apercevoir. Le 9, je cherchai de nouveau Mercure avec la même lunette, garnie de son micromètre à fils; au bout de la lunette, j'avois adapté un tuyau de carton noirci en dedans, pour éloigner de l'objectif toute lumière étrangère, & j'avois rendu mon observatoire le plus obscur possible. Je trouvai Mercure, avec bien de la peine, avant son passage au méridien, sa lumière étoit extrêmement foible: comme le micromètre étoit placé suivant son parallèle, j'observai son passage au fil horaire du micromètre, ensuite j'élevai le fil mobile sur Mercure, pour avoir sa différence de hauteur avec les étoiles que je devois observer le soir à la même hauteur que la planète, sans déranger l'instrument. L'intervalle de temps qui s'écoula entre le passage de Mercure & les étoiles, a pu influer un peu sur la lunette, malgré les précautions que j'avois prises pour l'abriter des rayons du Soleil; s'il y a des erreurs, elles doivent être légères. J'observai le passage de Mercure au fil horaire du micromètre, à $0^h 33' 24''$ de temps vrai, ou $0^h 38' 28''$ de temps moyen.

*Table des Étoiles qui ont été observées & comparées
à la Planète, sans avoir touché à l'instrument.*

Nombres des Étoiles.	Grandeur des Étoiles.	TEMPS des passages à la Pendule.	DIFFERENCE de déclinaison avec Mercure.	ASCENSION droite pour le 9 Août 1786.	DECLINAIS. pour le 9 Août 1786. Boréale.	N O M S des Étoiles comparées à Mercure.
		H. M. S.	D. M. S.	H. M. S.	D. M. S.	
1	6	17. 41. 11 $\frac{1}{2}$	0. 0	164. 58. 24 $\frac{1}{2}$	4. 51. 32	Mercure.
2	6	17. 6. 30 $\frac{1}{2}$	— 5. 0	176. 18. 9 $\frac{1}{2}$	4. 46. 32	déterminée.
3	6	17. 7. 23	— 4. 10	176. 31. 17 $\frac{1}{2}$	4. 47. 22	déterminée.
4	6	17. 10. 32 $\frac{1}{2}$	+ 13. 5	177. 18. 24 $\frac{1}{2}$	5. 4. 37	déterminée.
5	5.6	17. 16. 24 $\frac{1}{2}$	+ 25. 28	178. 46. 39 $\frac{1}{2}$	5. 17. 0	déterminée.
6	7.8	17. 33. 48	+ 10. 51	183. 7. 32 $\frac{1}{2}$	5. 2. 23	déterminée.
7	7	17. 38. 15	+ 2. 13	184. 14. 17 $\frac{1}{2}$	4. 53. 45	déterminée.
8	7	17. 42. 0	+ 4. 20	185. 10. 32 $\frac{1}{2}$	4. 55. 52	déterminée.
9	6	17. 44. 39 $\frac{1}{2}$	+ 17. 58	185. 50. 24 $\frac{1}{2}$	5. 9. 30	déterminée.
10	7	17. 47. 23	— 23. 18	186. 31. 17 $\frac{1}{2}$	4. 28. 14	22. ^e d'Antinoüs
11	5.6	18. 51. 17	+ 6. 4	302. 29. 47 $\frac{1}{2}$	4. 57. 36	déterminée.
12	8	18. 54. 1 $\frac{1}{2}$	— 11. 20	303. 10. 54 $\frac{1}{2}$	4. 40. 12	déterminée.
13	6	19. 4. 21	— 8. 7	305. 45. 46 $\frac{1}{2}$	4. 43. 25	déterminée.
14	6	19. 14. 29	— 13. 40	308. 17. 46 $\frac{1}{2}$	4. 37. 52	déterminée.
15	6	19. 18. 39	+ 22. 12	309. 20. 16 $\frac{1}{2}$	5. 13. 44	déterminée.
16	6	19. 20. 47 $\frac{1}{2}$	— 6. 4	309. 52. 24 $\frac{1}{2}$	4. 45. 28	déterminée.
17	6	19. 35. 22 $\frac{1}{2}$	— 11. 47	313. 31. 9 $\frac{1}{2}$	4. 39. 45	n. ^o 3 du pet. cheval.
18	6	19. 36. 17 $\frac{1}{2}$	+ 15. 22	313. 44. 54 $\frac{1}{2}$	5. 6. 54	déterminée.
19	5	19. 38. 47 $\frac{1}{2}$	— 33. 19	314. 22. 24 $\frac{1}{2}$	4. 18. 13	déterminée.
20	5	19. 46. 35 $\frac{1}{2}$	— 28. 55	316. 19. 24 $\frac{1}{2}$	4. 22. 37	déterminée.

Le 10 Août, je cherchai Mercure avec la même lunette & les mêmes précautions que le 9 ; il ne fut pas possible de le voir avant son passage au méridien (le ciel étoit moins pur que la veille). Ayant continué mes recherches, je le trouvai & le perdis ensuite ; l'ayant retrouvé, je l'observai dans la partie supérieure de la lunette qui renversoit, pour pouvoir le soir observer β d'*Ophiucus* que je n'avois

pu observer le 9, & en même temps quelques-unes des étoiles de la veille; j'en ai rencontré dans mes observations, je les ferai connoître dans la table qui suit.

J'ai supposé la position de β d'Ophiucus pour le 10 Août, de $263^{\circ} 14' 28'' \frac{1}{2}$ en ascension droite, & $4^{\circ} 40' 16'' \frac{1}{2}$ en déclinaison boréale. J'observai le passage de Mercure au fil horaire du micromètre à $11^{\text{h}} 28' 42'' \frac{1}{2}$ à la pendule réglée sur les Fixes, qui répond à $2^{\text{h}} 16' 56''$ de temps vrai ou $2^{\text{h}} 21' 51''$ de temps moyen.

Table des Étoiles qui ont été comparées à Mercure.

Nombres des Étoiles	Grandeur des Étoiles	TEMPS des passages à la Pendule.	DIFFÉRENCE de déclinaison avec Mercure.	ASCENSION droite pour le 10 Août 1786.	DECLINAIS. pour le 10 Août 1786. Boréale.	NOMS des Étoiles comparées à Mercure.
		M. M. S.		D. M. S.	D. M. S.	
1	6	11. 28. 42 $\frac{1}{2}$	0. 0	165. 53. 13 $\frac{1}{2}$	4. 16. 39 $\frac{1}{2}$	Mercure.
2	6	16. 55. 10	+ 22. 36	247. 50. 6 $\frac{1}{2}$	4. 39. 15 $\frac{1}{2}$	Étoile déterminée.
3	7	17. 23. 0	+ 27. 9	254. 27. 56 $\frac{1}{2}$	4. 43. 48 $\frac{1}{2}$	déterminée.
4	4.5	17. 41. 7	+ 4. 0	258. 59. 24 $\frac{1}{2}$	4. 20. 39 $\frac{1}{2}$	α d'Ophiucus.
5	7	17. 49. 14	— 0. 56	265. 1. 6 $\frac{1}{2}$	4. 15. 43 $\frac{1}{2}$	déterminée.
6	6.7	17. 56. 33	+ 22. 42	262. 50. 51 $\frac{1}{2}$	4. 29. 21 $\frac{1}{2}$	déterminée.
7	3	17. 58. 7 $\frac{1}{2}$	+ 23. 37	263. 14. 28 $\frac{1}{2}$	4. 40. 16 $\frac{1}{2}$	β d'Ophiucus.
8	6.7	18. 4. 14	+ 10. 56	264. 46. 5 $\frac{1}{2}$	4. 27. 35 $\frac{1}{2}$	déterminée.
9	6.7	18. 6. 38	+ 16. 42	265. 22. 5 $\frac{1}{2}$	4. 33. 21 $\frac{1}{2}$	déterminée.
10	5	18. 14. 53 $\frac{1}{2}$	+ 7. 2	267. 25. 58 $\frac{1}{2}$	4. 23. 41 $\frac{1}{2}$	γ d'Ophiucus.
11	6.7	18. 20. 17	+ 23. 36	268. 46. 50 $\frac{1}{2}$	4. 40. 15 $\frac{1}{2}$	déterminée.
12	8	18. 43. 13	+ 26. 56	274. 30. 50 $\frac{1}{2}$	4. 43. 35 $\frac{1}{2}$	déterminée.
13	6.7	18. 45. 19	+ 5. 52	275. 2. 26 $\frac{1}{2}$	4. 22. 31 $\frac{1}{2}$	déterminée.
14	8	18. 48. 22 $\frac{1}{2}$	+ 10. 4	275. 48. 13 $\frac{1}{2}$	4. 26. 43 $\frac{1}{2}$	déterminée.
15	6	18. 50. 19	+ 29. 59	276. 17. 20 $\frac{1}{2}$	4. 46. 38 $\frac{1}{2}$	déterm. & obs. le 9.
16	6	18. 51. 13	+ 30. 50	276. 30. 50 $\frac{1}{2}$	4. 47. 29 $\frac{1}{2}$	déterm. & obs. le 9.
17	6.7	18. 53. 23	+ 24. 15	277. 3. 20 $\frac{1}{2}$	4. 40. 54 $\frac{1}{2}$	déterminée.
18	6.7	18. 56. 5	+ 5. 29	277. 43. 50 $\frac{1}{2}$	4. 22. 8 $\frac{1}{2}$	déterminée.
19	8	19. 10. 18 $\frac{1}{2}$	— 6. 28	281. 17. 13 $\frac{1}{2}$	4. 10. 11 $\frac{1}{2}$	déterminée.
20	6.7	19. 14. 43 $\frac{1}{2}$	+ 2. 53	282. 23. 28 $\frac{1}{2}$	4. 19. 32 $\frac{1}{2}$	déterminée.
21	7.8	19. 22. 8 $\frac{1}{2}$	+ 37. 26	284. 14. 43 $\frac{1}{2}$	4. 54. 5 $\frac{1}{2}$	déterm. & obs. le 9.
22	7	19. 25. 52	.....	285. 10. 35 $\frac{1}{2}$	.....	déterm. & obs. le 9.

Suite de la Table des Étoiles, &c.

Nombres des Étoiles.	Grandeur des Étoiles.	T E M P S des passages à la Pendule.	DIFFÉRENCE de déclinaison avec Mercure.	ASCENSION droite pour le 10 Août 1786.	DECLINAIS. pour le 10 Août 1786. Boréale.	N O M S des Étoiles comparées à Mercure.
		H. M. S.	M. S.	D. M. S.	D. M. S.	
22	6	19. 25. 53	.....	185. 10. 50 $\frac{1}{2}$	.....	déterminée.
23	5.6	19. 31. 16	+ 11. 22	186. 31. 35 $\frac{1}{2}$	+ 28. 1 $\frac{1}{2}$	22.° d'Antinoüs. Flamsted, obf. le 9.
24	7	19. 33. 8 $\frac{1}{2}$	+ 28. 10	186. 59. 43 $\frac{1}{2}$	+ 44. 49 $\frac{1}{2}$	déterminée.
25	7	19. 35. 5	+ 6. 56	187. 28. 50 $\frac{1}{2}$	+ 23. 35 $\frac{1}{2}$	déterminée.
26	6	19. 42. 25	+ 0. 16	189. 18. 50 $\frac{1}{2}$	+ 16. 55 $\frac{1}{2}$	déterminée.
27	7	19. 46. 23 $\frac{1}{2}$	+ 17. 43	190. 18. 28 $\frac{1}{2}$	+ 34. 22 $\frac{1}{2}$	déterminée.
28	6.7	19. 47. 53	+ 17. 48	190. 40. 50 $\frac{1}{2}$	+ 34. 27 $\frac{1}{2}$	déterminée.
29	5.6	19. 53. 57 $\frac{1}{2}$	+ 38. 16	192. 11. 58 $\frac{1}{2}$	+ 54. 55 $\frac{1}{2}$	° d'Antinoüs.
30	7	19. 57. 19	+ 10. 32	193. 2. 20 $\frac{1}{2}$	+ 27. 11 $\frac{1}{2}$	déterminée.
31	7	19. 59. 16	+ 11. 29	193. 31. 35 $\frac{1}{2}$	+ 28. 8 $\frac{1}{2}$	déterminée.
32	6	20. 17. 55	— 8. 47	193. 11. 24 $\frac{1}{2}$	+ 7. 52 $\frac{1}{2}$	déter. décl. estim.
33	6	20. 20. 38	— 6. 39	198. 52. 5 $\frac{1}{2}$	+ 10. 0 $\frac{1}{2}$	déterminée.
34	7	20. 28. 7	+ 23. 16	300. 44. 20 $\frac{1}{2}$	+ 39. 55 $\frac{1}{2}$	déterminée.
35	5.6	20. 37. 54 $\frac{1}{2}$	+ 22. 53	303. 11. 13 $\frac{1}{2}$	+ 39. 32 $\frac{1}{2}$	déter. & obf. le 9.
36	6	20. 39. 17	+ 32. 14	303. 31. 50 $\frac{1}{2}$	+ 48. 53 $\frac{1}{2}$	déterminée.
37	6	20. 58. 22	+ 20. 14	308. 18. 5 $\frac{1}{2}$	+ 36. 53 $\frac{1}{2}$	déter. & obf. le 9.
38	6	21. 4. 41	+ 27. 55	309. 52. 50 $\frac{1}{2}$	+ 44. 34 $\frac{1}{2}$	déter. & obf. le 9.
39	6	21. 19. 15 $\frac{1}{2}$	+ 22. 8	313. 31. 28 $\frac{1}{2}$	+ 38. 47 $\frac{1}{2}$	n.° 3. du pet. chev. & obf. le 9.
40	6	21. 21. 45	+ 17. 51	314. 8. 50 $\frac{1}{2}$	+ 34. 30 $\frac{1}{2}$	n.° 4 du pet. chev.
41	6	21. 22. 40 $\frac{1}{2}$	+ 0. 16	314. 22. 43 $\frac{1}{2}$	+ 16. 55 $\frac{1}{2}$	déter. & obf. le 9.
42	5	21. 30. 30	+ 4. 31	316. 20. 5 $\frac{1}{2}$	+ 21. 10 $\frac{1}{2}$	déter. & obf. le 9.

Le 10 Novembre 1787, par un beau temps, j'ai observé avec soin une partie des étoiles qui avoient été comparées à Mercure, les 9 & 10 Août 1786, en les liant à β d'*Ophiucus*: les positions en sont réduites pour le temps des observations de Mercure; en voici la Table.

Nombres des étoiles.	Grandeur des étoiles.	ASCENSION droite pour le 10 Août 1786.	DÉCLINAIS. pour le 10 Août 1786. Boréale.	NOMS DES ÉTOILES comparées à β d' <i>Ophiucus</i> .
		D. M. S.	D. M. S.	
1	3	263. 14. 28 $\frac{1}{2}$	4. 40. 16 $\frac{1}{2}$	β d' <i>Ophiucus</i> , comp. le 10 Août 1786, à Mercure.
2	6.7	268. 46. 50 $\frac{1}{2}$	4. 40. 36 $\frac{1}{2}$	comparée à Mercure le même jour 10.
3	6	276. 17. 20 $\frac{1}{2}$	4. 47. 7 $\frac{1}{2}$	comparée à Mercure les 9 & 10 Août.
4	6	276. 30. 35 $\frac{1}{2}$	4. 47. 58 $\frac{1}{2}$	comparée à Mercure les mêmes jours 9 & 10.
5	6.7	277. 3. 13 $\frac{1}{2}$	4. 41. 16 $\frac{1}{2}$	comparée à Mercure le 10.
6	6	277. 17. 50 $\frac{1}{2}$	5. 5. 19 $\frac{1}{2}$	comparée à Mercure le 9.
7	5.6	278. 46. 13 $\frac{1}{2}$	5. 17. 43 $\frac{1}{2}$	comparée à Mercure le 9.
8	6	285. 49. 58 $\frac{1}{2}$	5. 10. 4 $\frac{1}{2}$	comparée à Mercure le 9.
9	5.6	292. 11. 28 $\frac{1}{2}$	4. 55. 49 $\frac{1}{2}$	ϵ d' <i>Antinoüs</i> , comparée à Mercure le 10.
10	5.6	303. 10. 35 $\frac{1}{2}$	4. 40. 51 $\frac{1}{2}$	comparée à Mercure les 9 & 10.
11	6	313. 30. 50 $\frac{1}{2}$	4. 40. 27 $\frac{1}{2}$	comparée à Mercure les mêmes jours 9 & 10.
12	6	313. 44. 27 $\frac{1}{2}$	5. 7. 56 $\frac{1}{2}$	comparée à Mercure le 9.
13	6	314. 8. 20 $\frac{1}{2}$	4. 36. 22 $\frac{1}{2}$	comparée à Mercure le 10.
14	6	314. 22. 20 $\frac{1}{2}$	4. 18. 50 $\frac{1}{2}$	comparée à Mercure les 9 & 10.
15	5	316. 19. 42 $\frac{1}{2}$	4. 23. 10 $\frac{1}{2}$	comparée à Mercure les mêmes jours 9 & 10.

Les deux colonnes des tables des 9 & 10 Août, où il y a des + & des — indiquent la différence de déclinaison entre Mercure & l'étoile; le signe + que l'étoile étoit plus boréale que Mercure; & le signe — plus australe.

L'on voit par les deux dernières tables, que les étoiles de la première, n.^{os} 1, 2, 6, 7, 9, 11, 13, 15, 16, 18 & 19, sont les mêmes étoiles que celles de la seconde table, n.^{os} 14, 15, 20, 21, 23, 35, 37, 38, 39, 41 & 42.

La troisième table sera connoître aussi les étoiles qui ont été observées le 10 Novembre 1787, pour être les mêmes

Mém. 1785.

R

130 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE
que celles qui ont été comparées à Mercure le 9 & le 10
Août 1786.

*Recueil des Observations du passage de Mercure.
à Upsal.*

M. Prosperin, des Académies de Suède, m'écrivit le
4 Mai, qu'il venoit d'observer le passage de Mercure;
voici l'extrait de sa lettre : « Sans un petit brouillard &
les vapeurs qui étoient à l'horizon, au lever du Soleil,
j'aurois pu voir l'entrée de Mercure; lorsque je l'aperçus,
il étoit 4 heures & demie, temps vrai à Upsal, le centre
de la planète n'étoit éloigné du bord du Soleil que de
20 secondes à-peu-près; je pris pendant tout le passage
des distances de la planète, au bord du Soleil, avec un
télescope de Short garni d'un micromètre, je n'ai pas le
temps de vous transcrire toutes ces observations: je rappor-
terai seulement ici la plus grande distance du bord boréal
de la planète au bord du Soleil.

Distance du bord boréal de Mercure au bord du Soleil,
4 minutes 23 secondes $\frac{1}{2}$, non corrigée encore de la réfrac-
tion qui n'excède pas de beaucoup une demi-seconde;
ainsi on peut la prendre pour 4 minutes 24 secondes. Je
l'ai trouvée par plusieurs observations coïncidentes à une
seconde près, & par conséquent ce milieu est sûr à une
demi-seconde. A la plus grande distance, Mercure ne varioit
pas sensiblement pendant l'espace d'une demi-heure, à sept
heures du matin.

J'observai la sortie de Mercure avec une excellente lunette
acromatique de Dollond. Contact intérieur de Mercure
au bord du Soleil, temps vrai à Upsal, à 9 heures 36 mi-
nutes 39 secondes $\frac{1}{2}$.

Je crois ce moment très-exact. Un jeune astronome, qui
observoit avec moi avec une lunette ordinaire de 20 pieds,
vit l'attouchement au même moment que moi.

Contact extérieur, ou la sortie, à 9 heures 41 minutes
20 secondes $\frac{1}{2}$. L'autre observateur le trouva 10 secondes

DESSIN

*Qui représente une partie du passage de Mercure au devant du disque du Soleil
le 4 Mai au matin 1766.*

Avec la position des Taches du Soleil déterminées les 3. 4. et 5 de Mai.

NORD

ORIENT

OCCIDENT

Echelle du demi diamètre du soleil en secondes d'arc, droite.

100 90 80 70 60 50 40 30 20 10

Echelle du demi diamètre du soleil en minutes de l'écliptique.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

MIDI

Gravé par F. le Comte, d'après le Dessin de M. Messier.

plus tôt; mais je crois mon observation meilleure; ma lunette faisoit plus d'effet que la sienne ».

A Louvain, 9 minutes 37 secondes, à l'orient de Paris, par M. Pigou, gentilhomme Anglois, de la Société royale de Londres, Correspondant de l'Académie des Sciences de Paris.

Extrait de sa Lettre du 29 Mai 1786.

« J'ai eu à Louvain où j'étois arrivé depuis peu de jours, un très-beau temps, le 4 Mai, pour le passage de Mercure « au-devant du Soleil. »

Je trouvai à Louvain un télescope grégorien de 22 pouces « de foyer, qui avoit 4 pouces $\frac{1}{2}$ d'ouverture, & grossissoit « soixante-dix à quatre-vingt fois; un quart-de-cercle de « 18 pouces de rayon, & une pendule à secondes, à verge « composée; ces instrumens faits à Londres. La pendule fut « réglée par des hauteurs correspondantes du Soleil. Mercure « fut comparé par des alignemens aux taches qui étoient sur « le disque du Soleil. »

Temps vrai.

20 ^h 27' 30"	Mercure étoit d'un noir foncé, rond & bien terminé.
20. 45. 41.	Attouchemens des bords de Mercure & du Soleil, peut-être quelques secondes plus tôt.
20. 47. 26.	Émerison du centre de Mercure, par estime.
20. 49. 16.	Sortie du bord oriental de Mercure.
20. 49. 41.	Mercure étoit certainement sorti.



MÉMOIRE SUR LE FER

C O N S I D É R É

DANS SES DIFFÉRENS ÉTATS MÉTALLIQUES.

Par M.^{rs} VANDERMONDE, BERTHOLLET
& MONGE.Mai
1786.

LES propriétés que le Fer contracte par les diverses opérations qu'on lui fait subir dans les fabriques, sont si différentes les unes des autres; les résultats des mêmes opérations dans différens établissemens, ont si peu d'analogie, & même les changemens introduits, ou à dessein ou par négligence, dans les opérations d'une même forge, en apportent de si grands dans la nature des résultats, qu'on a été long-temps à se persuader que le fer fût comme l'or, un métal constant: ce n'est que dans ces derniers temps, & d'abord par analogie, qu'on a été conduit à conclure que les variétés que l'on remarque dans les propriétés du fer, ou après les différentes opérations qu'on lui a fait subir, ou après les mêmes opérations dans différentes fabriques, ne viennent que des matières étrangères, métalliques ou autres, auxquelles il se trouve allié. Cette conclusion a été confirmée, du moins à quelques égards, par des découvertes postérieures; par exemple, M. Bergman a découvert que le fer cassant à froid différoit du fer ductile, par un précipité blanc qu'on obtient de sa dissolution dans l'acide vitriolique, & qui n'a jamais lieu lorsqu'on dissout du fer doux dans cet acide. M. Meyer a fait voir que ce précipité, auquel on a donné le nom de *syderite*, étoit du sel phosphorique martial, & ce résultat a été confirmé à Mézières, par M.^{rs} Clouet, Dulubre & Chalup, qui ont retiré le phosphore de ce précipité, par des procédés dont on a rendu compte à l'Académie. M. Clouet a aussi découvrir

que ce qui donne au fer la qualité d'être cassant à chaud, est l'arsenic; du moins il a trouvé ce demi-métal dans le résidu noir qui se trouve au fond des dissolutions d'une espèce de fer cassant à chaud dans l'acide vitriolique.

On feroit encore de grands pas dans cette carrière, si l'on déterminoit avec plus de soin qu'on ne l'a fait jusqu'à présent quelles sont les propriétés que donnent au fer les différentes matières, telles que la manganèse, auxquelles on trouve souvent qu'il est uni en différentes proportions. Mais indépendamment de ces recherches, qui sont d'ailleurs nécessaires, le fer, considéré dans son état de pureté, ou du moins privé de toutes les substances métalliques étrangères, se présente dans les arts sous quatre formes différentes. Il est fragile & fusible au sortir du fourneau; il est ductile & infusible au sortir de l'affinerie: par la cémentation, il prend le caractère remarquable de pouvoir acquérir à la trempe une extrême dureté; enfin la cémentation poussée trop loin, le rend fusible de nouveau & intraitable au marteau. Quelles sont les substances auxquelles le fer doit ses propriétés dans ces quatre états différens? voilà la question que nous nous sommes proposée; mais avant que de faire part de nos recherches, nous allons rapporter, sur la fabrication du fer, quelques observations qui nous ont été utiles, & dont quelques-unes sont nouvelles, & donner un extrait succinct des découvertes faites par les chimistes qui nous ont précédés, & dont nous avons profité.

Fonte de la Mine.

La première opération que l'on fait subir au fer, est la fonte de la mine dans les hauts fourneaux, & la conversion de cette substance en régule. Si la mine de fer étoit simplement la chaux de ce métal, dégagée de toute combinaison, il ne faudroit la mêler dans le haut fourneau qu'avec du charbon qui, par la combustion, lui enleveroit l'air déphlogistiqué, & la ramèneroit, d'une manière plus ou moins exacte, à son état métallique. Mais dans la mine de fer,

La chaux du métal n'est presque jamais isolée, elle est presque toujours unie à d'autres matières terreuses peu fusibles, & qui la défendent contre tout agent chimique extérieur. On est donc obligé de mêler la mine avec un fondant, qui la faisant entrer en fusion, met la chaux à découvert, & l'abandonne, pour ainsi dire, à l'action du charbon. Le résultat de cette fusion tombe dans le creuset qui est immédiatement au-dessous du vent des soufflets; les matières terreuses forment un verre plus ou moins coloré, plus ou moins opaque, qui sufnage, & qu'on fait couler de temps en temps par un orifice supérieur, c'est ce qu'on nomme *le laitier*. Le fer en partie réduit se rassemble au fond, où il forme un bain liquide, défendu de la combustion par la couche de laitier qui le recouvre, & toutes les douze heures environ on le coule par un orifice inférieur, en gros lingots, ou on le verse dans des moules, suivant sa destination; c'est ce qu'on nomme *fer coulé*.

Dans cet état, le fer est généralement cassant, fusible, & il a déjà des propriétés variables, non-seulement suivant les différentes matières qu'il peut avoir retenu de sa gangue, & qui ne sont point de notre objet, mais principalement suivant le régime qu'on a suivi dans la charge du fourneau. On a coutume alors de le distinguer en fonte blanche, en fonte grise & en fonte noire, selon la couleur que présente la cassure.

La fonte blanche est brillante dans sa cassure, & cristallisée en larges facettes; elle est plus dure & plus fragile que les autres; on ne l'emploie jamais pour des ouvrages qui doivent soutenir un certain effort, & qu'on doit ensuite réparer à l'outil.

La fonte grise, dont la cassure est matte & grenue, est plus flexible que la précédente, & elle se laisse plus facilement entamer. C'est de cette matière qu'on exige que soient faites les pièces d'artillerie de la Marine, qui doivent avoir assez de liant pour résister à la violence de la poudre, & qui étant pour l'ordinaire coulées pleines,

doivent être ensuite forcées sur le tour. Cette substance est aussi cristalline, mais sa cristallisation est plus confuse que celle de la fonte blanche. L'un de nous s'est trouvé dans une fonderie de fer où l'on couloit des canons de fonte grise pour le service de la Hollande, au moment où l'on scioit une pièce de rebut, pour en remettre les tronçons au fourneau de réverbère. La section passoit précisément par une chambre ou fente plate, dirigée perpendiculairement à l'axe de la pièce, & qui avoit été occasionnée vraisemblablement par la retraite du métal. Les parois de cette chambre étoient mamelonées d'une manière uniforme, & les mamelons étoient hérissés d'une cristallisation régulière.

Enfin la fonte noire est encore plus âpre dans la cassure; elle est composée de molécules moins adhérentes & qui s'émiettent avec plus de facilité; elle n'a d'autre emploi que d'être refondue avec de la fonte blanche.

Ces trois caractères principaux du fer coulé, n'ont aucun rapport avec les qualités du fer forgé qui doit en résulter par l'affinage. De quelque couleur que soit la fonte, on ne sauroit juger au coup-d'œil quelle sera la nature du fer qu'on en obtiendra; & de quelque nature que soit la mine, on peut toujours donner à la fonte celui des trois caractères précédens que l'on voudra. Si dans la fusion de la mine, on emploie le moins de charbon qu'il est possible, la fonte est blanche; elle devient grise lorsque, dans la charge du fourneau, on a suffisamment augmenté les doses de charbon; enfin elle est noire lorsqu'on force l'emploi de ce combustible. Ainsi le charbon est la seule cause de la couleur que présente la cassure de la fonte, & il contribue pour beaucoup à la ductilité imparfaite dont elle jouit, & à la facilité plus ou moins grande avec laquelle elle se laisse entamer.

Dans quelques ateliers, on est obligé de refondre le fer coulé, dans les fourneaux de réverbère, soit pour se procurer une plus grande quantité de matières dans la coulée des grandes pièces, soit pour fondre des pièces qu'on n'exé-

cuteroit pas avec le même soin dans les hauts fourneaux. Toutes les fois qu'on refond de cette manière de la fonte qui d'abord étoit grise, & sur-tout lorsqu'on lui donne un grand coup de feu pour la rendre plus fluide, non-seulement elle devient de plus en plus blanche, mais encore elle approche davantage de la nature du fer forgé; comme si le charbon auquel elle devoit d'abord sa couleur, en se consumant sans le contact de l'air, détruiroit en partie ce qui lui donnoit de la fusibilité.

Le fer, comme on sait, est combustible, il se calcine à l'air libre, & mieux encore dans l'air déphlogistiqué; mais lorsqu'on fait rougir de la fonte à l'air, jusqu'à l'incandescence, soit dans une forge de ferrurier, soit au foyer d'une lentille ardente, la combustion présente un phénomène qu'on n'observe pas avec le fer ordinaire; elle lance de toutes parts une foule d'étincelles qui se succèdent perpétuellement, & qui se divisent en l'air lorsqu'elles sont déjà loin de la masse; & cet effet est d'autant plus considérable que la fonte est plus grise.

Dans les fourneaux où l'on coule les bombes & les boulets pour le service de l'artillerie, & où la fonte que l'on emploie est moyenne entre la blanche & la grise, on puise le métal dans le creuset avec de grandes cuillers de fer forgé, & enduites d'argile pour empêcher leur dissolution dans la matière qu'elles doivent contenir. Ces masses épaisses, toujours plus froides que le fer fondu, refroidissent celui qui les touche, & durcissent les portions qui, dans le métal, sont les moins fusibles; & lorsqu'on a versé la charge dans le moule, la cuiller est toujours tapissée, dans l'intérieur, d'une couche assez considérable de plombagine disposée par petites lames, à peu-près comme du mica; & la quantité de cette substance est toujours plus grande quand la fonte est plus grise, c'est-à-dire, quand on a mis plus de charbon dans la charge du fourneau. Quant à la nature de ce produit, elle est la même que celle de la plombagine des crayons d'Angleterre, elle est douce au toucher, elle laisse
des

des traces sur le papier, & elle résiste à l'action du feu des hauts fourneaux lorsqu'elle est à l'abri du contact de l'air.

Affinage du Fer coulé.

La seconde opération que l'on fait subir au fer est l'*affinage*, ou la conversion de l'état de fer coulé à celui de fer forgé. Pour cela, on place la fonte au foyer d'une forge, au milieu des charbons animés par le vent de deux soufflets; d'abord elle s'y fond, puis l'affineur qui la ramène perpétuellement au vent, l'entretient pendant plusieurs heures à une très-haute température, & renouvelle ses contacts avec le charbon; elle perd peu-à-peu sa fusibilité, elle prend l'état pâteux, & l'ouvrier en forme une espèce de masse qu'on appelle *loupe*. Cette loupe est ensuite portée sous le gros marteau qui, par une forte compression, en exprime & lance au loin toutes les parties qui étant encore trop fusibles participent trop de la nature du fer coulé: ce qui reste sur l'enclume, s'allonge sous le marteau, & à plusieurs reprises prend enfin la forme de barre qui peut dès-lors entrer dans le commerce, sous le nom de *fer forgé* ou de *fer affiné*.

Par l'opération que l'on vient de décrire, les propriétés du fer sont bien changées; auparavant il étoit fragile, il s'écrasait au lieu de s'allonger sous le marteau, & il prenoit au feu une liquidité parfaite; actuellement il est ductile, il s'allonge sous le marteau, on peut le plier, le fendre, le laminier, le passer à la filière; enfin il n'est plus fusible, & le feu le plus violent de nos ateliers ne peut que l'amollir & l'amener à l'état pâteux (a). Cependant il n'a pas encore

(a) Lorsque nous disons que le fer parfaitement affiné est infusible, nous n'entendons pas parler d'une manière rigoureuse. Il est au contraire très-probable que le fer forgé qui prend l'état pâteux au feu de nos forges, & qui s'amollit encore davantage à mesure que la température

augmente, entreroit enfin en une véritable fusion, si l'on avoit quelque moyen d'exciter & de soutenir une température beaucoup plus haute. Nous avons même eu occasion de nous en assurer à la fonderie du Creuzot près Montcenis en Bourgogne, où l'on a établi depuis peu

toute la ductilité dont il est susceptible; la cassure est encore brillante & lamelleuse: mais l'opération chimique est faite, & pour acquérir le reste de ductilité qui lui manque, il ne doit pas changer de nature, & il n'a besoin que d'une opération purement mécanique. En effet, en le faisant chauffer pour l'allonger à plusieurs reprises sous le marteau, & en le repliant sur lui-même pour l'allonger encore, on fait perdre à ses molécules l'arrangement déterminé par la cristallisation, on les dispose pour ainsi dire en long; la barre, devenue enfin beaucoup plus flexible, ne se casse qu'après plusieurs plis en sens contraire, & la cassure qu'elle présente est sombre & fibreuse; c'est à ces fibres qu'on donne ordinairement le nom de *nerf*. Le fer alors n'a plus rien de l'aigreur qu'il avoit dans l'état de fonte; il est doux au couper, & quoique ce ne soit pas encore une substance parfaitement pure, c'est au moins le fer dans le plus grand état de pureté que nous connoissons.

Ce qui prouve que les fibres de la cassure du fer doux

des fourneaux chauffés à la manière angloise, avec du charbon de terre, & soufflés par des machines à feu. Les grandes dimensions de ces fourneaux, la vitesse & le volume du vent à la tuyère, & la densité du charbon, sont que la température du foyer est beaucoup plus élevée que celle des fourneaux ordinaires des autres forges. Nous avons exposé à cette température, par l'orifice de la tuyère, des barres carrées d'excellent fer de Franche-Comté, de neuf lignes de côté, & en moins d'une minute les barres se sont fondues & ont coulé dans le creuset. Nous savons d'abord pensé que ces barres ne s'étoient fondues que parce qu'elles avoient été auparavant calcinées par le vent de la tuyère, dont la densité est très-grande; nous croyons même encore que cette

cause a contribué pour beaucoup au moins à la rapidité du phénomène; mais en introduisant par le gueulard des barres semblables, placées verticalement, & qui descendoient avec les charges, nous avons trouvé, en les retirant, que celles qui étoient descendues environ de dix à douze pieds dans le fourneau, avoient été réellement fondues par leurs extrémités inférieures. Or, il s'en falloit encore au moins dix à douze pieds que ces barres n'eussent atteint le foyer du fourneau, & il n'étoit pas possible qu'elles eussent rencontré de l'air déphlogistiqué, capable d'opérer, même en partie leur calcination; donc le fer affiné est fusible sans addition, mais à une température plus élevée que celles que nous avons coutume d'exciter dans nos ateliers.

ne sont que l'effet mécanique de l'allongement forcé que l'on fait prendre à ce métal sous les coups du marteau, ou en le passant au laminoir, à la filière, &c. c'est, 1.^o que toutes les fois qu'on fait chauffer du fer fibreux, & qu'on l'amollit au point que ses molécules puissent céder à la force qui tend à les faire cristalliser d'une certaine manière, ces fibres disparaissent sans que le fer ait rien perdu de ses autres qualités; 2.^o qu'en l'allongeant de nouveau par les mêmes moyens, on rétablit les fibres, & on lui rend le *nerf* qui avoit été détruit. Ainsi l'état fibreux du fer forgé ne tient point à sa nature; cependant lorsque ce métal est cassant à froid & qu'il contient de la sydérite, il est beaucoup moins disposé à prendre cet état, soit parce qu'alors il est plus fusible & qu'il peut plus facilement passer à l'état cristallin, soit parce qu'il est moins susceptible d'extension; & s'il prend des fibres, elles sont généralement plus courtes que celles que prend le fer doux dans les mêmes circonstances.

L'objet principal de tous les procédés de l'affinerie, c'est-à-dire, la conversion de la fonte en fer en barres, est donc le résultat de deux opérations très-distinctes; l'une, qui est purement chimique, s'exécute dans le creuset de l'affinerie, elle a pour but d'ôter à la fonte sa fusibilité & de la ramener à l'état malléable, c'est l'*affinage* proprement dit; & lorsque le fer a subi cette première opération, on a coutume de dire qu'il a *pris nature*. L'autre, qui est entièrement mécanique, a le double effet d'opérer par la compression une espèce de dépuration, & de donner au fer la forme de barres, sous laquelle il est le plus souvent employé; c'est le *martelage*. De ces deux opérations, la première est seule de notre objet; il nous suffit, quant à la seconde, d'avoir bien distingué ses effets particuliers.

Les différentes fontes ne sont pas toutes également faciles à affiner. En général, les fontes blanches prennent nature plus facilement que celles qui sont grises; il ne suffit pas pour celles-ci de renouveler leur contact avec les charbons,

il faut encore les ramener perpétuellement au vent des soufflets. C'est cette difficulté d'affiner la fonte grise, qui fait qu'on n'emploie cette substance que pour les objets qui doivent être coulés, & qui dans cet état doivent ensuite être remaniés à l'outil.

L'espèce de charbon n'est pas indifférente pour l'affinage. L'usage constant des Maîtres de forges qui ont des fourneaux & des affineries, est de destiner au fourneau les charbons de bois de chêne, & de réserver pour l'affinerie ceux de hêtre & des autres bois blancs, dont la combustion est plus facile.

Cémentation du Fer.

SANS quitter l'état métallique, le fer forgé peut, en vertu d'une troisième opération, changer encore considérablement de nature & acquérir de nouvelles propriétés très-remarquables. Si l'on stratifie des barreaux de ce métal dans des caisses d'argile, avec du charbon, auquel on ajoute pour l'ordinaire d'autres substances, dont l'espèce & les doses varient dans les différentes fabriques, & qu'après avoir couvert & luté ce vase, on l'expose à l'action d'un feu vit, mais dont l'intensité & la durée sont déterminées; après le refroidissement, on trouve que par cette opération, qu'on appelle *cémentation*, les barres ont éprouvé au moins un commencement de fusion; elles sont beaucoup plus fragiles qu'elles n'étoient auparavant, non-seulement leur cassure, qui n'a plus de fibres, est redevenue brillante & lamelleuse, ce qui ne seroit que l'effet naturel de la haute température qu'on leur a fait subir, favorisé, comme nous le verrons par la suite, par le contact de la matière charbonneuse, mais encore elles ont changé de nature & de composition; elles ont augmenté de poids, & leurs propriétés sont changées; c'est de l'*acier*,

Au sortir du ciment, ce métal se nomme *acier poule*; sa surface est pour l'ordinaire boursoufflée, sa masse est parsemée de cavités plus ou moins grandes: il est clair que pendant

l'opération il s'est dégagé du fer un fluide élastique qui a soulevé les parties du métal, & que le métal est devenu assez fluide pour permettre ce dégagement, qui mériterait le nom d'*effervescence* s'il étoit plus abondant.

Dans l'état où les barres sont alors, elles ne peuvent pas encore être employées à l'usage auquel on les destine; il faut les forger, c'est-à-dire, rapprocher à coups de marteau, & souder à chaud les parties que les bulles de l'effervescence avoient séparées. Cette opération mécanique change la contexture des parties du métal, comme elle change celle du fer doux; mais elle ne donne pas de fibres à l'acier, elle lui donne du *grain*, c'est-à-dire, qu'après avoir été forgé, la cassure de l'acier n'est plus brillante & lamelleuse, elle est grise & grenue.

En se convertissant en acier, non-seulement le fer devient plus fragile & plus dur, il prend encore de la fusibilité; dans le même feu, il acquiert plus de mollesse que le fer doux, & lorsqu'on pousse la température, on le fait entrer en véritable fusion; il prend donc quelques-uns des caractères de la fonte. Nous verrons cependant par la suite que ces deux substances ont des différences essentielles.

La principale propriété de l'acier, & celle pour laquelle on donne au fer ce nouveau caractère, est qu'étant d'abord rougi jusqu'à un certain point, puis refroidi brusquement par une immersion subite dans l'eau froide, il contracte une dureté en vertu de laquelle il entame le verre & toutes les substances de la Nature, excepté les pierres étincelantes, auxquelles on ne donne ce nom que parce qu'elles ont à leur tour assez de dureté pour l'entamer lui-même.

Cette immersion de l'acier rougi, à laquelle on donne le nom de *trempe*, ne change en aucune manière la nature du métal; elle n'altère pas sa composition, elle ne lui transmet une si grande dureté, que par une opération qui est encore pour ainsi dire mécanique. La promptitude du

refroidissement, ou la retraite subite de la matière de la chaleur, qui tenoit les molécules de l'acier rougi à une certaine distance les unes des autres, laisse une plus grande énergie à la force qui tend à les rapprocher. Ces molécules se joignent en vertu d'une force accélératrice plus grande ou moins gênée; elles se rapprochent davantage, & elles contractent plus d'adhérence les unes pour les autres: mais comme la force qui occasionne ce rapprochement, n'agit qu'à des distances insensibles, la masse entière ne participe pas à cette condensation, elle conserve même un plus *grand volume* & une densité moindre, & elle est beaucoup plus fragile; c'est-à-dire, que dans l'acier trempé, les contacts des molécules sont plus rapprochés & moins nombreux, les élémens secondaires sont plus durs, & leur adhérence est moindre. Enfin, pour nous servir d'une comparaison que nous employons seulement pour nous mieux faire entendre, & que nous ne désirons pas qu'on prenne à la rigueur, c'est à peu-près comme le grès, qui est composé de grains de quartz qui sont très-durs, & qui peuvent entamer l'acier trempé, mais dont l'adhérence est beaucoup moins considérable, & qui peuvent se séparer par de petits chocs sans se diviser.

Quoi qu'il en soit de cette explication, il est facile de prouver que la trempe ne change en aucune manière la composition de l'acier; car si l'on fait *recuire* l'acier trempé, c'est-à-dire, si on le fait chauffer jusqu'à le faire rougir, ce qui remet les molécules à la distance qu'elles avoient immédiatement avant la trempe, & qu'ensuite on le laisse refroidir lentement, il ne prend plus cette dureté qui caractérise l'acier trempé, il reste acier doux; on peut le tremper & le recuire de nouveau tant de fois qu'on voudra, sans que dans toute cette suite d'opérations il éprouve la moindre altération que l'on doive attribuer à la trempe en particulier.

Dans les différens emplois que l'on fait de l'acier trempé, il n'est pas nécessaire qu'il ait le même degré de dureté; l'usage à cet égard est de le tremper très-dur d'abord, puis

de l'adoucir ensuite au degré que l'on desire, par un recuit. Pour cela, on le fait chauffer sur des charbons, ou sur une masse de fer rouge; en passant par les différentes températures, il prend successivement les couleurs suivantes, *jaune pâle, jaune d'or, pourpre, violet, bleu-clair, & couleur d'eau*. On s'arrête à celle sous laquelle on fait par expérience qu'il acquiert la dureté convenable à l'objet, & on le plonge ensuite dans l'eau froide. Ces couleurs que, par le recuit, l'acier trempé prend à sa surface, sont l'effet d'un commencement de calcination; & parce qu'elles se manifestent pour l'acier, d'une manière non-seulement plus marquée que pour le fer, mais encore par des températures beaucoup moins élevées, il s'ensuit que l'acier est, comme la fonte, beaucoup plus combustible que le fer.

La fonte & l'acier ont encore d'autres analogies; par exemple, lorsqu'on fait rougir à blanc de l'acier en plein air, dans une forge, ou au foyer d'une lentille ardente, il brûle en jetant au loin des étincelles qui se succèdent continuellement, & ces étincelles ont absolument la forme de celles que jette la fonte grise dans les mêmes circonstances. C'est à cause de cette facilité à se brûler, que les ouvriers qui forgent l'acier, le saupoudrent de sable, qui, par la fusion, fait un vernis sous lequel le métal est à l'abri du contact de l'air.

M. Rinman a observé que si l'on met une goutte d'acide nitreux sur de l'acier, après qu'elle a corrodé le métal, elle laisse une tache noire sur sa surface, tandis que sur du fer doux, l'endroit où l'on a mis de l'acide ne change pas de couleur. La même chose arrive à de la fonte, & dans ce cas, la tache est d'autant plus noire, que la fonte est plus grise: cette observation prouve au moins que les parties qui constituent la fonte & l'acier, ne sont pas entièrement solubles dans les acides; mais ces deux substances ont des différences essentielles. Nous avons vu que par l'effet d'une haute température, la fonte, si elle est grise, devient blanche, & s'approche davantage de l'état de fer forgé; au contraire,

l'acier défendu du contact de l'air & de toutes les matières qui pourroient exercer sur lui quelque action, soutient les plus hautes températures, & peut y être exposé long-temps sans éprouver de changement dans sa nature

Néanmoins ce que la chaleur seule ne produit pas, elle le fait à l'aide de l'air atmosphérique : chaque fois que l'on chauffe l'acier à l'air libre pour le forger, sa surface perd ses propriétés ; & si on répète souvent cette opération, & qu'à chaque fois on le replie sur lui-même pour reporter au centre les parties de la surface, à mesure qu'elles se sont altérées, on fait perdre peu-à-peu à l'acier son caractère, on le ramène à l'état de fer forgé, sa cassure devient fibreuse, & les taches qu'y forment les acides sont moins noires ; en sorte que l'on seroit en droit de conclure que la substance qui donne au fer la qualité d'acier, est une matière combustible qui, comme toutes celles de cette espèce, a besoin du contact de l'air déphlogistiqué pour brûler ; & que le résultat de cette combustion est volatil, puisqu'il disparoit.

Lorsque, pendant la cémentation, la température est portée trop haut, ou soutenue trop long-temps, l'acier entre dans une véritable fusion ; les masses qui en résultent par le refroidissement, sont encore plus fragiles & plus fusibles que l'acier de bonne qualité, leur cassure est noire & spongieuse ; la tache que les acides font sur leur surface, est plus foncée. La fusibilité de ces masses & le peu d'adhérence qu'ont leurs parties, les met dans l'impossibilité d'être forgées par les moyens ordinaires, elles s'émiettent & elles se dispersent sous le marteau ; elles brûlent à l'air libre avec plus de facilité que l'acier, & les étincelles qu'elles lancent en se brûlant sont plus multipliées ; elles jouissent de tous les caractères distinctifs de l'acier, mais dans un degré trop éminent & incommode ; elles se durcissent à la trempe, & peut-être encore plus que l'acier, mais elles se gercent par cette opération, & le plus souvent elles se séparent en morceaux. Comme on ne peut pas les forger, on ne sauroit

fauroit les écrouir, c'est-à-dire, rapprocher les parties que l'effervescence de la cémentation a trop écartées, & leur contexture est trop lâche pour être employée aux usages auxquels l'acier est destiné ; enfin l'on n'en tire aucun parti, du moins en France, mais nous verrons par la suite, combien il est probable que c'est faute d'avoir connu la nature de cette substance, peut-être aussi précieuse que l'acier, & faute d'avoir employé les procédés qui lui conviennent.

Cet ordre des travaux sur le fer, dont nous venons de donner une description succincte, n'est pas généralement suivi par-tout ; dans quelques endroits de la France & en Allemagne, on retire immédiatement l'acier de la fonte, par un affinage particulier, & sans le faire passer auparavant par l'état de fer forgé ; on l'appelle alors *acier naturel*, tandis que celui qui résulte de l'opération que nous avons décrite, se nomme *acier de cémentation*. Nous avons préféré la suite des travaux au moyen desquels le fer passe, d'une manière plus marquée, par les quatre états dans lesquels nous voulons le considérer ; & dans la description que nous avons donnée, nous n'avons eu intention que de faire sentir les opérations nécessaires pour le faire passer d'un état à l'autre. Nous allons actuellement rapporter les découvertes de M. de Réaumur, & ensuite celles de M. Bergman, sur la nature du fer considéré dans ces différens états,

Extrait des Recherches de M. de Réaumur.

DANS la suite immense des travaux de M. de Réaumur sur le fer, ce laborieux physicien s'étoit proposé, l'un après l'autre, deux objets distincts : le premier étoit de découvrir un procédé certain pour faire de l'acier de cémentation ; le second étoit d'adoucir les ouvrages de fer coulé, & de leur donner, sans les déformer, une ductilité qui approchât de celle du fer forgé.

N'ayant d'abord aucune recette de cémentation, & partant des procédés de la trempe en paquet, qui sont entre les

Mém. 1786.

T.

main de tous les ouvriers qui travaillent le fer, il essaya de cémenter ce métal, non-seulement avec chacune des substances qui entrent dans les différentes compositions qui servent à cette opération, mais encore avec une foule d'autres, prises toutes en particulier & sans mélange; & il trouva que parmi le grand nombre de matières qu'il mit en expérience, il n'y avoit que le charbon de bois, le charbon de terre, celui de savates brûlées, la suie, la corne & la fiente de pigeon, qui, employés seuls, eussent la faculté de convertir le fer en acier.

Ces expériences le mirent à portée de faire une remarque que nous avons aussi eu occasion de vérifier, & qui nous paroît assez importante pour être rapportée, quoiqu'elle soit étrangère à notre objet; c'est que si on cimente du fer doux dans du verre pilé, qui se fond nécessairement pendant l'opération, après le refroidissement, le fer qui n'a d'ailleurs éprouvé aucune autre altération que de s'adoucir davantage, s'il ne l'étoit pas complètement, sort du ciment parfaitement propre & décapé, parce que le verre a dissous toutes les parties de la surface qui avoient éprouvé un commencement de calcination, & qui étoient par conséquent solubles dans ce menstre.

Il résultoit donc déjà des expériences de M. de Réaumur, que de toutes les substances, dans lesquelles on peut cémenter le fer, il n'y a que celles qui sont charbonneuses, ou qui peuvent se convertir en charbon pendant l'opération, qui aient la faculté de lui donner les caractères de l'acier. Il en tira lui-même cette conséquence; mais la chimie étoit alors trop peu avancée pour qu'il pût apercevoir distinctement la nature du changement qu'éprouve le fer, & il se contenta de tirer cette conclusion, peut-être déjà belle pour son temps, mais trop vague aujourd'hui: *que le ciment transmettoit des sulfures & des sels à ce métal pour le changer en acier.*

Il essaya ensuite de mêler avec le charbon différentes substances, pour reconnaître celles qui pouvoient favoriser

son action dans la cémentation, & il reconnut que toutes étoient ou indifférentes ou nuisibles, à l'exception du sel marin seul & du sel ammoniac, dont il crut apercevoir de bons effets.

Il reconnut que la cémentation ne devoit pas être continuée trop long-temps, qu'il étoit plus économique de donner au feu une plus grande intensité, que de le continuer pendant un temps plus long, & que des barres deux fois plus minces n'employoient pas pour se cémenter jusqu'au centre, la moitié du temps nécessaire à des barres deux fois plus épaisses.

Il rechercha quels étoient les fers qui, par leur nature, étoient les plus propres à se convertir par la cémentation en excellent acier; & quoiqu'il semble avoir reconnu que l'état fibreux de la cassure du fer forgé n'est que le résultat d'une extension forcée, néanmoins il le proposa comme le caractère du fer le plus convenable à la cémentation.

Il remarqua les bulles dont l'acier poulé est parsemé, & qui l'auroient vraisemblablement conduit à la découverte de la composition du fer dans ses différens états, si alors la théorie des effervescences avoit été connue comme elle l'est aujourd'hui. Il aperçut l'augmentation de poids qu'acquiert le fer dans la cémentation, & le retour de l'acier à l'état de fer forgé par le moyen des chaudes successives; ce qu'il devoit attribuer & ce qu'il attribua en effet à la dissipation des soufres & des sels dont le fer s'étoit emparé pour se convertir en acier.

Il examina ensuite ce que produit dans l'acier l'opération de la trempe; il reconnut bien à la vérité qu'elle ne consistoit que dans un refroidissement prompt & subit de l'acier dilaté par la chaleur; que les substances qui, comme l'eau, exigent plus de chaleur pour acquérir la même température, étoient les meilleures pour cet objet; & que tous les préjugés sur les eaux plus ou moins favorables, étoient sans fondement.

Néanmoins il ne regarda pas la trempe comme une

opération mécanique, & il crut que les soufres & les sels détachés, du moins en partie, des élémens du fer, par le moyen de la chaleur, & surpris par un refroidissement trop prompt, n'avoient pas le temps de se recombinaer avec les élémens, & leur servoient de gluten; par-là il rendoit compte de la dureté & de l'augmentation du volume de l'acier trempé. Ainsi, après avoir prouvé que la chaleur opère la composition de l'acier, il croyoit que la chaleur donnoit lieu à une espèce de décomposition; incohérence qu'il faut pardonner à l'état où étoient alors les connoissances en physique.

M. de Réaumur ne se contenta pas d'avoir trouvé de bons procédés pour la cémentation, il rechercha aussi ceux par lesquels on pouvoit le plus promptement ramener l'acier cémenté à l'état de fer forgé, & il trouva qu'en cémentant de l'acier dans des poudres incombustibles, telles que l'argile, la craie, la chaux vive ou éteinte, le verre pilé, il perdoit son caractère; mais de toutes les substances qu'il mit en expérience, aucune ne lui parut plus propre pour cet objet, que la poudre d'os calcinés, dans laquelle l'acier devint du fer parfaitement doux, & dans un temps trois fois moindre que celui qui est nécessaire à la cémentation; & il explique ce phénomène, en supposant que ces substances réabsorboient les soufres & les sels dont l'acier étoit pénétré.

Dans les travaux que M. de Réaumur fit ensuite sur la fonte, il reconnut, ce que nous avons déjà dit, que la cassure de cette substance varie suivant la dose de charbon employé dans la charge du fourneau, cependant il regarda la fonte grise comme plus impure & chargée de plus de matières terreuses que la fonte blanche. Il aperçut l'analogie qui se trouve entre certaines propriétés de la fonte & celles de l'acier, comme d'être plus dure que le fer, & d'être susceptible de prendre une dureté extrême à la trempe; & sur-tout il fit cette observation capitale, que si l'on plonge une barre de fer doux dans un bain de fonte

grise, elle se convertit bientôt en un excellent acier; mais n'ayant pas les connoissances que nous avons aujourd'hui sur la calcination des métaux, il lui fut impossible de reconnoître en quoi différent essentiellement ces deux substances: il crut donc que la fonte étoit de l'acier poussé au plus haut terme, altéré d'ailleurs par un reste de matières terreuses, & que l'acier étoit un état du fer moyen entre celui de la fonte & celui du fer doux.

Il résulte de cet exposé, que, suivant M. de Réaumur, l'acier ne diffère du fer doux que par des soufres & des sels que lui ont transmis les substances qui entrent dans la composition du ciment; que les soufres & les sels peuvent ensuite lui être enlevés, soit par une dissipation à l'air libre, soit par la réabsorption de la part des substances qui ont plus d'affinité avec eux; enfin, que la fonte n'est qu'un acier trop cimenté, altéré d'ailleurs, sur-tout dans la fonte grise, par des substances terreuses dont elle n'a pas été entièrement dépouillée dans le haut fourneau.

Extrait des Recherches de M. Bergman.

LES travaux de M. de Réaumur avoient eu pour but principal la découverte de quelques procédés dans les arts, dont les étrangers faisoient mystère, & le perfectionnement de ces procédés. L'objet des recherches de M. Bergman étoit purement théorique, & ces recherches étoient uniquement dirigées vers l'analyse du fer & vers les causes de ses différentes propriétés. Ce grand chimiste que les Sciences ont perdu trop tôt, avoit découvert que les métaux ne peuvent se dissoudre dans les acides, qu'après avoir abandonné une partie de leur phlogistique; ce qu'on peut traduire dans la théorie moderne, en disant que les métaux doivent avoir éprouvé un commencement de calcination, & être déjà combinés avec une portion d'air déphlogistiqué, pour être solubles dans les acides.

Il étoit persuadé que les métaux contiennent deux doses distinctes de phlogistique, une première moins adhérente

& qu'on leur enlève par la calcination; une autre, dont il est plus difficile de les dépouiller, qu'ils conservent dans l'état de chaux, & sans laquelle ils seroient des acides. Il donnoit à la première le nom de *phlogistique réducteur*, & à la seconde le nom de *phlogistique coagulant*. L'objet de ses premières recherches sur le fer, étoit de trouver les différentes quantités de *phlogistique réducteur* que ce métal contient dans ses différens états; & parce qu'il croyoit encore que c'étoit à la dissipation de ce phlogistique qu'étoit due la formation du gaz inflammable qu'on obtient de la dissolution du fer dans certains acides, il se proposa d'abord de mesurer les volumes de ce fluide élastique qui se dégage lorsqu'on dissout les différens fers dans l'acide vitriolique & dans l'acide marin, & de juger de la quantité de phlogistique réducteur abandonné dans cette opération, par le volume du gaz inflammable produit. Après un grand nombre d'expériences, il trouva, 1.^o que le même fer donnoit toujours le même volume d'air inflammable, quel que fût celui de ces deux acides dans lequel se fît sa dissolution, & quelle que fût la rapidité de l'opération.

2.^o Que le fer coulé, l'acier & le fer forgé dissous dans le même acide, donnoient constamment des volumes différens d'air inflammable, & à peu-près dans les rapports de 40, 48, 50; nous disons à peu-près, parce qu'il se trouve dans les résultats des anomalies, dont quelques-unes viennent bien à la vérité de la nature des fers mis en expérience, mais dont quelques autres doivent être attribuées aux variations survenues pendant une aussi longue suite d'expériences, dans la température & dans la pression de l'atmosphère, dont M. Bergman ne paroît pas avoir tenu compte.

3.^o Que la fonte de la même mine donnoit d'autant plus d'air inflammable, qu'elle étoit moins blanchie, ou qu'on avoit plus employé de charbon dans sa réduction.

4.^o Que l'acier donnoit toujours le même volume d'air inflammable, soit qu'il fût trempé, soit qu'il fût doux.

La seule différence qu'il ait observée à cet égard, est la durée de la dissolution, ce qui étoit facile à prévoir; car la dureté d'une substance étant un obstacle de plus à la dissolution, cette opération doit être d'autant plus lente, toutes choses d'ailleurs égales, que la dureté est plus grande.

Quant aux dissolutions du fer que M. Bergman a faites dans l'acide nitreux, ce chimiste n'en a tiré aucune conclusion, vraisemblablement parce que l'on observe dans ses résultats des écarts qu'il étoit impossible d'expliquer avant la découverte de la composition de cet acide, & dont il est très-facile aujourd'hui de rendre compte.

On voit, par exemple, que toutes les fois que la dissolution a dû être plus rapide, soit à cause d'une plus haute température, soit par la division du fer en limaille, soit enfin parce que la substance à dissoudre étoit moins dure, les produits en gaz nitreux ont toujours été moindres, parce que dans toutes ces circonstances, ce gaz a dû être plus dépouillé d'air déphlogistiqué, & approcher davantage de la nature de la mofette atmosphérique. Ainsi, 1.^o la fonte qui donne toujours moins d'air inflammable que le fer par sa dissolution dans les acides vitriolique & marin, donne au contraire plus de gaz nitreux que ce dernier métal, en se dissolvant dans l'acide nitreux, & cela dans le rapport de 33 à 28, parce qu'étant plus dur & se laissant attaquer plus lentement, la température est plus basse pendant la dissolution, & que le gaz nitreux conserve plus d'air déphlogistiqué: 2.^o les quantités de gaz nitreux produit par le même fer forgé, mis en masse ou en limaille dans l'acide, sont dans le rapport de 29 à 15, parce que la dissolution favorisée par l'état de division en limaille, se fait plus rapidement; & que la température étant alors plus élevée, la décomposition du gaz nitreux est plus complète.

M. Bergman a recherché par un autre procédé la quantité de *phlogistique réducteur* que le fer contient dans ses différens états; pour cela il a pesé combien il falloit de fer des différentes espèces pour précipiter une même quantité d'argent

de la dissolution dans l'acide vitriolique ; & dans quatre expériences seulement qu'il cite sur cet objet, il a trouvé qu'il falloit toujours d'autant moins de fer d'une certaine espèce, que cette espèce donnoit plus d'air inflammable. Nous verrons par la suite les raisons pour lesquelles cet accord ne peut pas être rigoureux, ce que M. Bergman n'auroit pas manqué d'apercevoir lui-même s'il eût fait plus d'expériences de ce genre, & sur-tout s'il eût examiné la nature des gaz inflammables qu'il avoit obtenus dans les premières expériences, & dont il pas n'a soupçonné la différence.

Persuadé que la matière de la chaleur entroit dans la composition du fer, & en doses différentes, selon l'état dans lequel étoit ce métal, M. Bergman a fait une autre suite d'expériences sur un très-grand nombre de différens échantillons, pour reconnoître l'accroissement de température produit par la dissolution d'un même poids des différens fers dans l'acide nitreux ; & de ce qu'en général cet accroissement de température a été moins grand pour la fonte que pour l'acier, & moindre encore pour ce dernier métal que pour le fer, il conclut que c'est dans cet ordre que ces substances contiennent plus de la matière de la chaleur.

Nous avons lieu de penser que les expériences qu'il a faites à cet égard, n'étoient pas de nature à l'instruire sur les résultats qu'il demandoit ; on voit seulement qu'à mesure que les substances qu'il employoit étoient plus dures, & que leur dissolution dans l'acide nitreux étoit plus lente, la température qu'elles donnoient à la dissolution étoit moins haute.

Mais parmi les résultats de ces recherches, il y en a un sur lequel il n'a rien dit de particulier, & qui nous paroît mériter quelque attention. La plupart des fers doux occasionnèrent un accroissement de température de 67 ou 68 degrés d'un thermomètre divisé en 100 parties, depuis la glace jusqu'à l'eau bouillante, tandis que de l'éthiops martial attirable à l'aimant fut dissous sans effervescence,

&c

& ne produit qu'un accroissement d'un demi-degré; ce qui prouve que la grande chaleur occasionnée par la dissolution du fer dans l'acide nitreux, chaleur dont l'intensité est encore diminuée par le dégagement du fluide élastique qui produit l'effervescence, est presque entièrement due à l'air déphlogistiqué dont est composé l'acide. Cet air quittant l'état liquide pour se combiner au fer & le mettre en état d'être dissous, abandonne la matière de la chaleur qui le tenoit dans l'état de liquidité.

M. Bergman a ensuite cherché par la voie des dissolutions, quelles étoient les substances étrangères qui peuvent se trouver combinées dans les fers de différente nature & dans différens états. Les seules substances qu'il ait trouvées, sont, 1.^o la manganèse, dont nous ne nous occuperons pas, parce qu'elle est étrangère à notre objet; 2.^o la matière siliceuse qui est généralement plus abondante dans la fonte que dans l'acier & le fer forgé, & qui, dans ce dernier métal, ne monte jamais à $\frac{1}{100}$ du poids total; 3.^o la plombagine qu'il a trouvée en plus grande quantité dans la fonte que dans l'acier, & dans celui-ci que dans le fer forgé, où le poids de cette substance est tout au plus les $\frac{1}{1000}$ de celui du métal.

De toutes ces expériences, M. Bergman tire plusieurs conséquences, dont nous allons seulement rapporter les principales.

Il regarde, avec M. Schéele, la plombagine comme composée d'air fixe & de phlogistique, c'est-à-dire, comme un soufre qui peut se combiner avec le fer; mais alors il faut que ce métal ait perdu une partie de son phlogistique. Cela posé, le fer forgé ne contient presque point de plombagine, mais il contient plus de phlogistique & de la matière de la chaleur, que dans tout autre état. L'acier contient plus de plombagine & moins des deux derniers principes que le fer; la fonte contient encore plus de plombagine & moins de matière de la chaleur que l'acier.

En sorte que, suivant M. Bergman, pour affiner la fonte,

Mém. 1786.

U

c'est-à-dire, pour l'amener à l'état de fer doux, il faut enlever ou décomposer la plombagine qu'elle contient, & lui donner une plus grande quantité de phlogistique; opérations qui se font toutes deux en même temps dans l'affinage, parce que la plombagine se décompose, que son air fixe se dissipe, & que son phlogistique se porte sur le métal.

Il explique aussi d'une manière analogue les deux procédés différens par lesquels on fait ordinairement de l'acier, & qui consistent, comme nous l'avons déjà dit, ou à l'extraire de la fonte, ou à cémenter du fer doux. Dans le premier cas, on décompose une portion de la plombagine qui est dans la fonte, & son phlogistique se porte sur le métal. Dans le second cas, l'air fixe du charbon de cémentation se combinant au contraire avec une portion de phlogistique qui est dans le fer doux, compose de la plombagine qui reste unie au métal; & ce métal contenant moins de phlogistique & plus de plombagine, est de l'acier.

Enfin M. Bergman, après avoir rapporté quelques expériences sur la calcination du fer par la voie humide, sur la sydérite, qui, comme nous l'avons déjà dit, donne au fer la qualité d'être cassant à froid; & dont M. Meyer a déterminé la nature, finit la dissertation dont nous venons de faire l'extrait, par quelques observations sur le magnétisme.

Tel étoit l'état des connoissances sur la nature du fer considéré dans ses différens états métalliques, lorsque nous avons entrepris le travail dont nous allons rendre compte.

Exposé de nos Recherches.

QUOIQUE les opinions de M.^r de Réaumur & Bergman sur la composition du fer considéré dans ses différens états métalliques, s'écartent l'une de l'autre en plusieurs points essentiels, on voit néanmoins qu'elles s'accordent en cela, que ces deux physiciens regardent l'acier comme un état du fer moyen entre celui du fer coulé & celui du fer forgé. Nous croyons au contraire que de leurs recherches & de nos propres expériences il résulte que la fonte & l'acier

ne sont pas composés des mêmes principes; & pour mieux faire sentir ce que notre opinion a de particulier, nous allons d'abord l'exposer; nous rapporterons ensuite les raisons & les faits qui nous ont déterminés.

Le fer coulé doit être considéré comme un régule dont la réduction n'est pas complète, & qui retient par conséquent une portion de la base de l'air déphlogistiqué à laquelle il étoit uni dans la mine, sous la forme de chaux; & parce que cette réduction peut être poussée plus ou moins loin, suivant les circonstances, nous regardons cette variation comme une première cause des différences que l'on observe dans les fontes obtenues de la même mine. De plus, le charbon ayant la faculté de se combiner en substance & sans changer de nature, avec plusieurs métaux, & principalement avec le fer, il nous paroît certain que la fonte absorbe dans le fourneau une quantité plus ou moins grande de ce combustible, & que la quantité de cette absorption déterminée encore par les circonstances de la fusion, est sujette à des variations qui sont une autre cause des différences dans la nature du fer coulé.

Le fer forgé parfaitement affiné, seroit celui qui d'une part seroit complètement réduit, & qui de l'autre ne contiendrait aucune matière étrangère au métal, pas même du charbon: il n'en existe pas de cette nature dans le commerce; le meilleur fer de Suède conserve toujours une portion de la base de l'air déphlogistiqué qui a échappé aux opérations de la réduction & de l'affinage, & il est toujours altéré par une dose de charbon, très-petite à la vérité, mais dont peut-être il est impossible de le dépouiller exactement.

Dans l'acier de cémentation, le fer est parfaitement réduit, & il est de plus combiné avec du charbon qu'il a absorbé du ciment, & qui doit y être en certaine quantité pour que l'acier soit d'une qualité déterminée. Il y a donc, suivant nous, cette grande différence entre la fonte & l'acier, que dans la fonte le métal est toujours mal réduit, tandis

que dans l'acier il l'est toujours d'une manière complète; & il y a cette analogie, que dans l'une & dans l'autre de ces deux substances métalliques, le fer est combiné avec la matière charbonneuse. Ainsi pour ce qui regarde l'état de la réduction, l'acier de cémentation est au-delà du fer forgé, par rapport à la fonte; & pour ce qui regarde la matière charbonneuse, l'acier n'a aucune relation fixe avec la fonte, parce que la quantité de charbon qu'il doit contenir pour être employé dans les Arts, est plus grande que celle qui se trouve dans la plupart des fontes blanches, & moindre que celle de certaines fontes grises.

Enfin, le charbon pouvant se combiner avec le fer en proportions très-variables, & qui dépendent vraisemblablement de la température, nous croyons que l'acier est trop cémenté lorsqu'il a absorbé trop de charbon dans la cémentation; qu'ainsi l'acier trop cémenté ne diffère du fer doux que par la matière charbonneuse qu'il contient, & de l'acier d'excellente qualité, que par une plus grande dose de ce combustible.

Nous allons essayer de prouver toutes ces propositions, & nous terminerons ce Mémoire par quelques réflexions sur le charbon, considéré dans la fonte & dans l'acier, & sur l'état dans lequel est cette même substance à la sortie du métal.

La théorie du phlogistique ne pouvant plus subsister avec les dernières découvertes sur la calcination des métaux & sur la décomposition & la recomposition de l'eau, les conséquences que M. Bergman a tirées de ses nombreuses expériences, doivent au moins être énoncées en d'autres termes.

Nous savons en effet que les métaux ne peuvent se dissoudre dans les acides, qu'ils n'aient éprouvé un commencement de calcination, c'est-à-dire, qu'ils ne se soient combinés avec une certaine quantité de la base de l'air déphlogistiqué, qui leur sert d'intermède pour entrer ensuite dans la nouvelle combinaison. Lorsqu'on les fait

dissoudre dans l'acide marin ou dans l'acide vitriolique, ils commencent par décomposer l'eau qui affoiblit l'acide, ils lui enlèvent l'air déphlogistiqué qui entre dans sa composition, ils se dissolvent ensuite; & la base de l'air inflammable abandonnée, reprenant l'état élastique, s'échappe & produit l'effervescence qui accompagne toujours ces phénomènes. Quoique l'air déphlogistiqué, en entrant dans la composition de l'eau, ait perdu une grande quantité de matière de la chaleur, à laquelle il devoit l'état de fluide élastique, il lui en reste encore beaucoup dans l'état liquide; & lorsqu'il quitte ce dernier état pour se combiner avec le métal & opérer la calcination, il en abandonne de nouveau une grande quantité, qui contribue à la reproduction de l'air inflammable & à l'élévation considérable qui survient dans la température de la dissolution. Ainsi le gaz inflammable qu'on obtient en dissolvant le fer dans les acides vitriolique & marin, ne sort pas de la substance de ce métal; il provient entièrement de la décomposition de l'eau, & sa quantité est toujours proportionnée à la quantité d'eau décomposée, & par conséquent à la quantité de la calcination opérée.

Dans les expériences de M. Bergman, la fonte en se dissolvant dans l'acide vitriolique, donne toujours moins d'air inflammable que le fer doux, & à peu-près dans le rapport de 40 à 50 : il est raisonnable d'en conclure que la fonte n'exige pas autant d'air déphlogistiqué que le fer pour entrer en dissolution dans l'acide; qu'ainsi le fer qui est dans la fonte n'est pas parfaitement réduit, & qu'il conserve une portion de l'air déphlogistiqué dont il étoit pour ainsi dire saturé dans l'état de chaux. Cette conclusion n'est qu'une traduction de celle de M. Bergman; & elle deviendra encore plus probable, si l'on fait attention que dans les hauts fourneaux, la mine ne se trouve dans des circonstances favorables à la réduction, que lorsqu'elle est arrivée à la voûte du foyer. C'est dans ce dernier instant seul qu'elle reçoit un assez grand coup de feu pour

entrer en fusion & devenir susceptible de réduction ; mais alors elle devient liquide & elle tombe aussitôt dans le creuset , où le laitier la met à l'abri du contact & de l'action du charbon. Le temps pendant lequel la réduction peut s'opérer , est donc nécessairement très-court ; & quand même la température auroit le degré d'élévation suffisant , on auroit lieu d'être surpris si pendant un intervalle aussi court , cette réduction s'opéroit d'une manière complète. Au reste, nous rapporterons plus tard d'autres preuves de cette proposition , & nous aurons occasion de montrer combien elle s'accorde avec les phénomènes.

Mais dans les expériences de M. Bergman , l'acier ; même celui qu'on obtient du fer doux par la cémentation , donne aussi constamment moins d'air inflammable que le fer , & à peu-près dans le rapport de 48 à 50 ; en raisonnant de la même manière , il faudroit en conclure que pendant la cémentation , l'acier éprouve un commencement de calcination , qu'il s'empare d'une petite quantité d'air déphlogistiqué , & qu'ensuite il en exige d'autant moins pour se dissoudre dans les acides. Cette conclusion , qui sembloit s'offrir naturellement , & que M. Bergman a effectivement tirée dans la théorie du phlogistique , présente cependant une contradiction frappante ; car le procédé de la réduction métallique & celui de la cémentation , étant parfaitement les mêmes , il étoit difficile de concevoir comment les mêmes circonstances , après avoir donné lieu à la réduction du fer , pouvoient ensuite opérer la calcination de ce métal pour le convertir en acier , à moins que l'humidité du ciment , par sa décomposition , ne contribuât à cet effet. Il s'agissoit donc de s'assurer d'abord si dans la cémentation l'humidité contribuoit pour quelque chose aux changemens qu'éprouve le fer doux pour se convertir en acier ; & si le charbon parfaitement sec & dépourvu de tout ce qui peut produire des fluides élastiques , se comporteroit autrement & donneroit d'autres résultats que le charbon lumenté.

Pour cela, après avoir calciné & dégazé du charbon de bois pilé, en le tenant pendant plusieurs heures dans un creuset couvert au centre d'un fourneau bien allumé, nous en avons rempli un petit creuset, dans lequel nous avons placé un barreau de fer forgé & fibreux, provenant des forges royales de Guérigny, & dont le poids étoit 2 onces 4 gros 22 grains. Pour éloigner toute humidité, nous n'avions pas lutté le couvercle de ce creuset; mais après l'avoir lié avec un fil de fer, nous avons renversé ce premier creuset dans un autre plus grand, que nous avons pareillement rempli de charbon dégazé, & dont nous avons lié le couvercle avec un fil de fer; nous avons placé ce creuset debout au centre du fourneau, & nous avons poussé le feu, qu'on a soutenu en grande activité pendant cinq heures. Après le refroidissement, nous avons trouvé que le creuset extérieur qui étoit très-haut, n'avoit pas éprouvé par-tout la même température, & que le coup de feu qu'il avoit reçu dans les parties basses, plus voisines de la grille, avoit été plus violent que celui qu'il avoit reçu par le haut. Le barreau mis en expérience, & qui étoit placé verticalement au centre du creuset intérieur, avoit pareillement éprouvé des effets très-différens dans les différentes parties de sa hauteur. Le haut avoit conservé sa forme; dans le milieu, les parties du métal qui étoient à sa surface étoient entrées en fusion, elles avoient coulé, & elles s'étoient rassemblées vers le bas; en sorte que la pièce totale qui ne s'étoit pas divisée étoit encore équarrie par le haut, elle avoit un étranglement dans le milieu, & le bas étoit renflé & arrondi.

Le poids de cette pièce s'est trouvé de 2 onces 4 gros 33 grains $\frac{1}{4}$; ainsi par la cémentation, il avoit augmenté de 11 grains $\frac{1}{4}$, c'est-à-dire, à peu-près de $\frac{1}{16}$. La partie fondue a été cassée sous le marteau, & elle a présenté l'aspect d'une fonte très-grise, & même noirâtre: la partie supérieure pareillement cassée a présenté celui de l'acier poule: la portion inférieure qui avoit été entièrement

fondue, étoit intraitable à chaud, elle s'émiettoit sous le marteau; forgée dans une cuiller de fer doux, elle empenchoit le fer de se souder; & en brûlant au feu, elle donnoit plus d'étincelles que la fonte grise ordinaire. La portion supérieure au contraire qui n'étoit pas entrée en fusion, se forgeoit à merveille, sans gerfures sur les arêtes; à la trempe, nous avons trouvé que c'étoit de l'acier d'excellente qualité, seulement il restoit dans le cœur un peu de fer doux qu'il étoit facile de distinguer à la cassure. Enfin la portion où s'étoit fait l'étranglement étoit de l'acier excellent, sur-tout au milieu de sa longueur, mais elle participoit, à ses extrémités, des qualités des parties voisines; par le haut il restoit un peu de fer doux dans le cœur, & par le bas elle se gerçoit un peu sur les arêtes.

Cette première expérience remplissoit parfaitement les vues dans lesquelles nous l'avions tentée, en faisant voir, 1.^o que les changemens qu'éprouve le fer doux en se convertissant en acier, sont uniquement dûs à l'action du charbon, & non à celle d'aucune substance gazeuse que la chaleur pourroit en dégager; 2.^o que ces changemens ne sont pas de la nature de la calcination, c'est-à-dire, que pour se convertir en acier, le fer n'absorbe pas d'air déphlogistiqué, puisqu'il n'y avoit aucune matière qui pût en fournir, & qu'il ne se rapproche pas de l'état de fer coulé; 3.^o que c'est la substance même du charbon, qui, en se combinant avec le métal, augmente son poids, change la couleur de la cassure, occasionne la tache noire que font les acides à sa surface, lui donne de la fusibilité & le rend plus combustible à l'air libre. Elle nous monroit ensuite, 1.^o que dans la cémentation, lorsqu'on outre-passe un certain degré de température, cette opération se fait d'une manière trop marquée, que le charbon se combine alors en trop grande quantité avec le fer, & que l'acier qui en résulte est trop acier; 2.^o que lorsqu'on donne la température convenable, il faut la soutenir pendant un certain temps qui dépend de l'épaisseur des barres, afin que

le charbon ait le temps de se dissoudre pour ainsi dire, & de se combiner jusqu'au centre de la masse. Ce qui est conforme aux observations de M. de Réaumur, que nous avons rapportées (*pages 145 & suivantes*).

Il ne suffisoit pas d'avoir reconnu que le charbon seul pouvoit opérer la cémentation du fer ou la conversion de ce métal en acier, il falloit encore savoir si l'humidité apporteroit quelques changemens à cette opération: pour cela nous avons cimenté quelques barres du même fer avec du charbon dégazé & humecté ensuite avec de l'eau pure; & parce que nous étions presque certains que l'eau seroit convertie en vapeurs, & entièrement dissipée avant que le fer eût atteint la température nécessaire à la cémentation, pour cimenter d'autres barres, nous nous sommes servis de charbon humecté avec une dissolution d'alkali fixe qui devoit retenir l'eau plus long-temps. Les aciers que nous avons obtenus par toutes ces opérations, étoient de la même qualité que ceux que donnoit le charbon sec dans les mêmes circonstances: nous avons seulement remarqué que dans le ciment imprégné d'alkali fixe, la cémentation étoit un peu moins avancée que dans les autres, ce qui s'accorde encore avec les expériences de M. de Réaumur.

Il résulta au moins de-là que l'humidité dont le ciment peut être imprégné, ne contribue pour rien à la cémentation du fer, ce qu'il étoit facile de prévoir d'après l'état de nos connoissances; car le charbon étant beaucoup plus combustible que le fer, & ayant la faculté de lui enlever la base de l'air déphlogistiqué, quand ce métal est combiné avec elle, il est certain que, lorsque le fer & le charbon sont placés ensemble dans les circonstances où ils peuvent l'un & l'autre décomposer l'eau pour s'emparer de la base de l'air déphlogistiqué, c'est le charbon & non le fer qui doit opérer cette décomposition. Ainsi, pour découvrir ce qui se passe dans la cémentation & l'espèce d'altération qu'éprouve le fer pour se convertir en acier, nous avons conclu qu'il falloit diriger toutes nos recherches vers l'action du charbon.

Mém. 1786.

X

Il nous importoit d'abord de savoir quelle est l'augmentation de poids que prend le fer pour se convertir en acier de bonne qualité ; mais il étoit difficile de faire l'opération sur des caisses un peu grandes, dans un fourneau ordinaire de laboratoire. Nous avons jugé plus convenable de profiter de la chaleur d'un four de fayencier, & de chercher par des tentatives préliminaires, la place que nos caisses devoient occuper dans le four, pour qu'en égard à leur volume, la température soutenue pendant tout le temps de la cuisson de la poterie, fût capable de produire de l'acier tel que nous le désirions.

Cet emplacement trouvé, nous avons chargé une caisse carrée de quatre barreaux de fer des forges royales de Guérigny, en employant pour ciment du charbon pur. Après la cémentation, l'acier s'est trouvé de très-bonne qualité ; il se forgeoit très-bien ; il prenoit un très-beau grain à la trempe. Quant à l'augmentation de poids, la table suivante donne celle qui eut lieu pour les quatre barreaux d'une même caisse.

NUMÉROS. des Barres.	POIDS DES BARRES avant la Cémentation.			AUGMENT. des Poids.	RAPPORT de cette augment. au poids total.
	onces.	gros.	grains.		
1.	4.	7.	$38 \frac{1}{2}$.	$15 \frac{7}{8}$.	$\frac{1}{179}$.
2.	5.	3.	$2 \frac{1}{2}$.	$18 \frac{1}{8}$.	$\frac{1}{170}$.
3.	5.	2.	13.	$17 \frac{1}{2}$.	$\frac{1}{170}$.
4.	5.	1.	$50 \frac{1}{2}$.	$16 \frac{1}{2}$.	$\frac{1}{180}$.

Dans cette expérience, tous les barreaux avoient été tirés d'une même barre ; on les avoit ensuite blanchis à la lime sur les quatre faces, afin d'enlever les parties de la surface, qui auroient pu avoir éprouvé à la forge un commencement de calcination, & qui, en se réduisant par la cémentation, auroient pu donner de l'air déphlogistiqué.

& altérer l'exactitude des poids. Malgré ces précautions, on doit regarder ces résultats non comme les augmentations de poids absolus, mais comme les différences entre les augmentations de poids produites par l'absorption du charbon, & les pertes occasionnées par l'entière réduction du métal, c'est-à-dire, par le départ de la petite portion d'air déphlogistique, qui, comme nous le verrons dans la suite, se trouve toujours dans le fer même le plus doux.

En effet, dans une autre expérience, nous avons cémenté dans une même caisse quatre barreaux, dont l'un avoit été pris dans une barre de fer de Suède, & dont les trois autres provenoient de tôle de Suède, que l'on avoit forgée & convertie en barres. Les trois derniers barreaux contenoient, dans l'intérieur de leurs masses, les parties de fer qui avoient été exposées chaudes à l'air atmosphérique, & qui avoient éprouvé un commencement de calcination; & ces parties, en se réduisant pendant la cémentation, devoient abandonner plus d'air déphlogistique. Aussi, l'augmentation de poids qu'elles ont reçue, est moindre que celle du premier barreau, comme on le voit dans la table suivante.

E S P È C E de Barreaux.	POIDS DES BARREAUX avant la Cémentation.			AUGMENT. du Poids.	RAPPORT de cette augment. au poids total.
	onces.	grs.	grains.		
Barreau de fer de Suède.	5.	6.	40	22.	$\frac{1}{212}$
Barreaux de fer de tôle. 1.	5.	0.	10 $\frac{1}{2}$.	15 $\frac{1}{2}$.	$\frac{1}{191}$
2.	4.	7.	14 $\frac{1}{8}$.	15 $\frac{1}{8}$.	$\frac{1}{184}$
3.	4.	7.	22 $\frac{1}{2}$.	15 $\frac{1}{2}$.	$\frac{1}{171}$

X ij

Il étoit donc constaté que dans la cémentation le fer absorbe & dissout pour ainsi dire du charbon qui augmente son poids; & par cela seul on auroit pu expliquer pourquoi, dans les expériences de M. Bergman, l'acier qui à poids égal contient un peu moins de matière métallique que le fer doux, donne moins d'air inflammable, & décompose moins d'eau que ce dernier métal pour se dissoudre dans les acides, si cette différence n'avoit pas été constamment trop grande.

Mais nous venons de voir que la quantité de métal qui se trouve de plus dans le fer doux, que dans l'acier à poids égal, est à-peu-près de $\frac{1}{80}$; & d'après les expériences de M. Bergman, la différence des produits en air inflammable que donnent le fer & l'acier provenant du même fer, est au moins de $\frac{1}{34}$, & quelquefois de $\frac{1}{16}$, & même de $\frac{1}{8}$. Il falloit donc avoir recours à quelqu'autre circonstance, qui eût échappé à la sagacité de ce chimiste, pour expliquer en même temps cette différence de produit, & les irrégularités qui se trouvent à cet égard dans les résultats de ses propres expériences.

D'abord, la mesure des volumes des fluides élastiques peut être considérablement altérée par les variations du poids de l'atmosphère, & par celles de la température du laboratoire, & M. Bergman n'ayant pas fait mention des précautions qu'il peut avoir prises pour éviter ces deux sources d'erreur, nous avons cru qu'il étoit nécessaire de répéter les dissolutions du fer & de l'acier dans l'acide vitriolique; mais, parce que dans le grand nombre d'expériences que nous nous proposons de faire sur cet objet, nous n'étions pas assez maîtres des circonstances pour les rendre constantes, nous avons cru devoir, par des recherches préliminaires, nous assurer de la quantité dont l'air inflammable se dilate par les changemens de température, afin de réduire ensuite tous nos résultats à une pression d'atmosphère constante, & à une même température.

Pour cela, après avoir fait souffler à l'extrémité d'un tube

de verre bien calibré une boule à-peu-près de trois poudres de diamètre, & après avoir courbé le tube près de la boule, nous avons fait deux marques sur le tube; puis en pesant les quantités d'eau distillée, nécessaires pour remplir cette espèce de matras, d'abord jusqu'à l'une, & ensuite jusqu'à l'autre de ces marques, nous avons pu graduer le tube en millièmes de la capacité du matras.

Cela fait, nous avons rempli le matras du gaz dont nous voulions mesurer la dilatabilité; nous l'avons plongé dans l'eau d'un appareil hydropneumatique, de manière que l'extrémité du tube fût aussi plongée; & nous avons laissé échapper du gaz, jusqu'à ce que le matras ayant pris la température du bain, la surface de l'eau dans le tube fût au zéro de la division, & qu'en même temps le point de zéro fût au niveau de la surface du bain. Par-là nous avons eu un volume déterminé de gaz qui n'éprouvoit d'autre pression que celle de l'atmosphère, & dont la température étoit connue par un thermomètre actuellement plongé dans le bain. Ensuite tenant toujours l'extrémité du tube dans l'eau, nous avons plongé la boule dans un autre vase plein d'eau plus chaude, & que nous avons élevé de manière que le gaz ayant pris la nouvelle température, la surface de l'eau dans le tube fût encore au niveau de celle du premier appareil; ce qui nous a donné sur le tube la quantité dont le gaz se dilatoit sous la même pression, au moyen d'un accroissement de température indiqué par le thermomètre plongé dans le second bain. Enfin, divisant la dilatation totale par la différence des degrés de température des deux bains, nous avons trouvé de combien le gaz mis en expérience, se dilate par degrés d'accroissement de température.

En faisant cette expérience pour l'air atmosphérique & pour l'air inflammable dégagé par la dissolution du fer dans l'acide vitriolique, nous avons trouvé que sous une même pression, & par degré d'un thermomètre divisé en 80 parties depuis la glace fondante jusqu'à l'eau bouillante,

l'air atmosphérique se dilate de $\frac{1}{184,8}$ de son volume,

& que l'air inflammable se dilate de $\frac{1}{181,02}$.

D'après cela, nous avons été en état de corriger dans nos expériences, les erreurs introduites par les différences de températures; quant à celles qui proviennent des différences dans les poids de l'atmosphère, nous les avons corrigées, d'après la loi que les fluides élastiques sont tous sensiblement compressibles en raison inverse des poids comprimans.

Le tableau suivant présente les résultats de nos expériences sur les dissolutions de différens fers; chacune d'elles a été faite sur 100 grains de métal; les volumes de gaz inflammables sont exprimés en onces mesures, c'est-à-dire, en volumes d'une once d'eau distillée. La première colonne présente ces volumes, tels qu'ils ont été observés immédiatement, & dans la quatrième nous les avons réduits à la température de 12 degrés, & à la pression de 28 pouces de mercure.

T A B L E A U

Des volumes d'air inflammable que dégagent les différens fers par leur dissolution dans l'acide vitriolique affaibli.

QUALITÉS DES FERS	ONCES mes. observées immédiatem.	HAUTEUR du Baromètre.	HAUT. du Thermom.	ONCES mesures réduites.
1. Fonte grise de Guérigny, en très-petits morceaux; dissolution rapide....	onces. 69 $\frac{1}{2}$.	pouc. lig. 28. 4 $\frac{1}{2}$.	degrés. 9 $\frac{1}{2}$.	degrés. 71,67
2. La même fonte en un seul morceau; dissolution lente.....	70 $\frac{1}{2}$.	28. 3	11	71,22
3. Le même volume, mesuré 8 jours après.	68	28. 3 $\frac{1}{2}$.	7 $\frac{1}{2}$.	70,58
4. La même fonte en trois morceaux..	70 $\frac{1}{2}$.	28. 3 $\frac{1}{2}$.	10 $\frac{1}{2}$.	71 $\frac{1}{4}$

Suite du Tableau des volumes d'air inflammable, &c.

QUALITÉS DES FERS	ONCES, mes. observées immédiatem.	HAUTEUR du Baromètre.	HAUT. du Thermom.	ONCES, mesures réduites.
5. Fer forgé, provenant de la fonte précédente.....	onces. 74 $\frac{1}{2}$.	pouç. lig. 28. 4 $\frac{1}{2}$.	degés. 10 $\frac{1}{2}$.	degés. 76,26
6. Acier provenant de ce fer, cimenté par nous-mêmes, en trois morceaux...	71 $\frac{1}{2}$.	28. 3 $\frac{1}{2}$.	8 $\frac{1}{10}$.	74,07
7. Le même acier en très-petits morceaux.	72 $\frac{1}{2}$.	28. 3 $\frac{1}{2}$.	9 $\frac{1}{2}$.	74,12
8. Fer de Suède, très-malléable.....	79	27. 11	14	77,90
9. Acier provenant de ce fer, cimenté par nous-mêmes.....	74	27. 11	14	72,96
10. Fonte très-grise des canons du fourneau de la Platinerie, pays de Liège...	74 $\frac{1}{2}$.	27. 11 $\frac{1}{2}$.	9	75,41
11. Fer provenant de cette fonte, mais un peu rouillé.....	75 $\frac{1}{2}$.	28. 2 $\frac{1}{2}$.	14 $\frac{1}{2}$.	74,55
12. Fonte grise de Couvin, pays de Liège, dissolution rapide.....	68 $\frac{1}{2}$.	28. 1 $\frac{1}{2}$.	15 $\frac{1}{2}$.	67,51
13. Même fonte, dissolution lente.....	73 $\frac{1}{2}$.	28. 1 $\frac{1}{2}$.	16 $\frac{1}{2}$.	71,90
14. Fer forgé provenant de cette fonte...	77	28. 1 $\frac{1}{2}$.	15 $\frac{1}{2}$.	75,72
15. Acier provenant de ce fer cimenté par nous-mêmes, & qui avoit une petite rose au centre.....	74 $\frac{1}{2}$.	28. 2 $\frac{1}{2}$.	14 $\frac{1}{2}$.	74,15
16. Fer forgé de Montcenis en Bourgogne, & qui contenoit de la plombagine...	75 $\frac{1}{2}$.	28. 2 $\frac{1}{2}$.	14 $\frac{1}{2}$.	75,23
17. Fonte blanche de Huttenberg.....	60 $\frac{1}{2}$.	28. 5	13 $\frac{1}{2}$.	60,62
18. <i>Idem.</i> de Wolfsberg.....	60	28. 5	14	60,20
19. <i>Idem.</i> de Eßeneritz.....	66	28. 5	13 $\frac{1}{2}$.	66,31
20. Fonte très-blanche, fournie par un marchand de fer qui ne savoit pas de quel fourneau elle venoit.....	59	28. 5	13 $\frac{1}{2}$.	59,48
21. Autre morceau, <i>idem.</i>	60 $\frac{1}{2}$.	28. 3	12 $\frac{1}{2}$.	59,77

En comparant entr'eux les résultats que présente ce tableau, on voit :

1.^o Que les fontes donnent toutes en général moins d'air inflammable par la dissolution dans l'acide vitrique que le fer doux, ce qui indique qu'elles ne sont pas autant dépouillées que ce dernier métal de la base de l'air déphlogistiqué, c'est-à-dire, que leur réduction n'est pas aussi avancée que celle du fer forgé.

2.^o Que les fontes blanches dégagent généralement moins d'air inflammable que les fontes grises : les premières, en effet, n'en donnent que depuis $59 \frac{1}{2}$ mesures jusqu'à $66 \frac{1}{3}$, tandis que les dernières en fournissent depuis $67 \frac{1}{2}$ jusqu'à $75 \frac{1}{2}$; ce qui prouve que dans la fonte grise que l'on obtient en forçant les doses de charbon dans la charge du fourneau, & en augmentant le vent des soufflets, la réduction est plus avancée qu'elle ne l'est dans la fonte blanche, pour laquelle la température dans le fourneau a été moins élevée, & la quantité de charbon réducteur moins grande.

3.^o Que les volumes d'air inflammable dégagé par les différens fers forgés, sont sujets à de moindres variations ; que cependant on observe entr'eux des inégalités assez grandes. Le fer de Suède, qui, de tous ceux que nous avons employés, étoit le plus malléable, le plus flexible & le mieux affiné, est aussi celui qui donne le plus d'air inflammable, qui par conséquent est le plus privé de la base de l'air déphlogistiqué, & dont enfin la réduction approche le plus d'être complète.

Mais on voit aussi dans le tableau précédent, que l'acier donne toujours moins de gaz inflammable que le fer forgé dont il a été formé par cémentation. Quoique la différence de ces produits soit moindre que celle qui a été observée par M. Bergman, ce qui vient principalement de ce que ce chimiste, dans la mesure des volumes des gaz, n'a pas tenu compte des changemens de température, ni des variations du poids de l'atmosphère ; néanmoins cette différence, qui pour le fer de Suède est de $\frac{1}{16}$, & qui peut varier

varier suivant le degré de l'affinage du fer, & suivant celui de la cémentation de l'acier, étoit encore trop grande pour qu'elle pût être entièrement attribuée à l'excès de matière métallique qui se trouve dans le fer, puisque, d'après nos propres expériences, cet excès n'est pour le fer de Suède que de $\frac{1}{17}$. Ainsi, pour connoître parfaitement l'espèce d'altération que le fer forgé éprouve pour se convertir en acier, il restoit à découvrir pourquoi la différence entre les volumes d'air inflammable que donnent le fer & l'acier, peut être dix fois plus grande que la différence entre les poids de matière métallique que contiennent ces deux substances.

En dissolvant les différens fers dans les acides, M. Bergman avoit trouvé que la fonte & l'acier donnoient un résidu noir assez abondant, de la nature de la plombagine; & que dans le cas du fer doux, ce résidu étoit beaucoup moindre & presque nul. Il étoit bien probable que cette poudre noire qui se trouve dans l'acier & qu'on ne rencontre pas dans le fer forgé, n'étoit autre chose que le charbon qui avoit été absorbé par le fer dans la cémentation, & qui, n'étant pas soluble dans les acides, devoit rester après la dissolution. Nous avons eu aussi de semblables résidus dans les dissolutions de la fonte & de l'acier: cette poudre étoit très-abondante vers le milieu de la dissolution; alors elle surnageoit & donnoit lieu à une espèce de mousse noire; mais parce que nos dissolutions étoient faites à chaud, à mesure qu'elles continuoient, la matière noire diminuoit de quantité, pour disparaître enfin complètement, avant que les dernières parcelles du métal fussent entièrement dissoutes. Nous nous sommes ensuite assurés par des expériences directes, que cette matière est insoluble dans l'acide vitriolique, même en ébullition; il falloit donc qu'elle se fût dissoute dans l'air inflammable.

M. Berthollet avoit déjà fait voir que le charbon étoit dissoluble dans ce fluide élastique; nous soupçonnâmes dès-lors que par cette dissolution, l'air inflammable se contractoit & diminuoit de volume, & que c'étoit vraisemblablement

Mém. 1786.

Y

à cause de cette contraction, que l'air inflammable qu'on retire de la dissolution du fer dans l'acide vitriolique, est toujours près de deux fois moins léger que celui qu'on obtient directement par la décomposition de l'eau. Ce soupçon a été vérifié par les expériences que M. Berthollet avoit faites en particulier, & dont il avoit rendu compte à l'Académie. Il avoit fait voir, 1.^o que l'air inflammable qui a été à portée de dissoudre du charbon, & dont la pesanteur spécifique est plus grande, exige beaucoup plus d'air déphlogistiqué pour sa combustion, que s'il étoit pur; 2.^o qu'en estimant le volume de la portion de l'air déphlogistiqué, employé à la combustion de la matière charbonneuse, par le volume de l'air fixe qui résulte de cette combustion, le reste de l'air déphlogistiqué devoit être regardé comme employé à la combustion de l'air inflammable; & c'est en estimant par ce reste le volume qu'auroit eu l'air inflammable, s'il avoit été pur, que nous avons trouvé ce volume beaucoup plus grand que celui de l'air inflammable employé.

Ainsi lorsque l'air inflammable dissout du charbon, ce qui augmente son poids total de tout le charbon dissous, sa pesanteur spécifique augmente pour deux causes, 1.^o à cause que la masse augmente; 2.^o à cause que son volume devient moindre.

Nous sommes donc en état actuellement d'expliquer pourquoi l'acier, à poids égal, donne un volume moindre d'air inflammable que le fer doux, par sa dissolution dans l'acide vitriolique. 1.^o Puisqu'il contient du charbon qui n'est pas dans le fer, il s'ensuit qu'à poids égal, il contient moins de matière métallique; il doit donc décomposer moins d'eau pour se calciner au point nécessaire à la dissolution, & par-là donner moins d'air inflammable. 2.^o L'air inflammable qu'il produit se trouve en contact avec plus de charbon que celui qui résulte de la dissolution du fer, il dissout davantage de cette substance combustible, & par-là son volume diminue en même temps que sa masse augmente.

D'après cela, nous croyons pouvoir conclure & par la synthèse & par l'analyse, que l'acier de cémentation ne diffère du fer doux dont il provient, que par le charbon que ce dernier métal absorbe pendant la cémentation; car 1.^o lorsque le ciment est du charbon pur, & que le fer ne peut absorber d'autres substances que du charbon, ce métal se convertit en acier d'excellente qualité: 2.^o les analyses du fer & de l'acier ne diffèrent entr'elles que par une poudre noire qu'on retire du second & qu'on ne rencontre pas dans le premier, du moins en quantité aussi abondante; & cette poudre noire, lorsqu'elle est entièrement dépouillée de fer, n'est que du charbon, puisqu'elle est dissoluble comme le charbon dans l'air inflammable, & que le résultat de cette dissolution produit de l'air fixe par la combustion (a).

Il résulte de-là que ce n'est pas par les volumes de gaz inflammable que le fer & l'acier dégagent quand on les dissout dans l'acide vitriolique affoibli, qu'il faut juger des quantités d'air déphlogistiqué que l'un & l'autre de ces métaux absorbent pour se dissoudre, ni par le poids des résidus noirs qui restent au fond des dissolutions, qu'il faut juger de la quantité de matière charbonneuse que le métal renfermoit; 1.^o parce que le résidu charbonneux est diminué de tout celui qui s'est combiné avec l'air inflammable; 2.^o parce que le volume du gaz inflammable a été contracté par le charbon qu'il a dissous; en sorte que le fer contient plus de charbon, & absorbe plus de gaz déphlogistiqué pour se dissoudre, qu'on ne le concluroit immédiatement de nos expériences. Pour arriver à cet égard à des résultats exacts, il faudroit analyser les gaz inflammables dégagés par la dissolution des fers, c'est-à-dire, trouver d'abord par la combustion la quantité de charbon que chacun

(a) M. Rijnman avoit observé que le gaz inflammable qui provient de la dissolution de l'acier, donne plus d'air fixe par sa combustion que celui qui résulte de la dissolution du fer doux.

d'eux tient en dissolution, & ensuite rechercher le volume qu'il auroit occupé s'il avoit été pur.

Il n'est peut-être pas inutile d'observer ici en passant, que les recherches précédentes mettent à portée de rendre raison, du moins en partie, de la perte de poids que l'un de nous a éprouvée dans ses expériences sur la composition de l'eau; car le gaz inflammable qu'il a employé, ayant été dégagé par la dissolution du fer dans l'acide vitriolique, ce gaz devoit contenir du charbon, & produire de l'air fixe par sa combustion; cet air fixe extrait du récipient au travers de l'eau, a dû se combiner avec ce liquide, & occasionner une perte de poids qu'il étoit alors impossible de soupçonner, & contre laquelle il n'a pas pu se mettre en garde.

Avant que d'aller plus loin, nous essayerons d'expliquer les principales différences qui se trouvent entre les propriétés du fer & celles de l'acier.

1.^o Suivant les observations de M. Rinman, les acides tachent en noir la surface de l'acier, & ne produisent pas le même effet sur le fer doux, parce qu'en dissolvant les parties métalliques de l'acier, ils laissent à découvert le charbon qu'ils ne peuvent pas dissoudre.

2.^o à mesure que l'on donne à l'acier des chaudes successives, & qu'on le replie sur lui-même en le forgeant, on altère ses propriétés; & après un grand nombre de semblables opérations, on parvient à le réduire entièrement en fer doux, parce que le charbon qui est à la surface se brûle par son contact avec l'air atmosphérique, & qu'à force de renouveler les surfaces, on finit par l'enlever presque entièrement.

3.^o Lorsqu'on chauffe fortement de l'acier, & qu'on le fait rougir à blanc, il brûle d'une manière qui n'est pas la même que celle du fer; il lance au loin des étincelles bruyantes qui se succèdent perpétuellement & qui se divisent en l'air, parce qu'alors le charbon qui entre dans sa composition, brûlant avec rapidité, produit des

petites bouffées subites d'air fixe , & donne lieu à de petites explosions; ces explosions détachent de la surface du barreau des molécules d'acier qui brûlent en l'air & qui se divisent par la même raison.

Après ce qui précède, il seroit presque inutile de faire observer que l'acier trop cémenté, qui n'a acquis cette qualité qu'en touchant du charbon par une plus haute température, dont l'augmentation de poids par la cémentation a été plus grande, sur la surface duquel les acides laissent une tache plus noire, qui, en se dissolvant dans les acides vitriolique & marin, laisse un plus grand résidu de matière noire & insoluble, qui est plus fusible, qui se brûle plus facilement à l'air libre, & qui en se brûlant envoie des étincelles plus nombreuses, &c. n'est autre chose que du fer qui par la cémentation a absorbé une dose de charbon plus grande que celle qu'il doit avoir pour être encore susceptible de se souder à chaud, & de souffrir le marteau sans se disperfer en fragmens.

Jusque-là nous n'avions encore trouvé que la théorie de la cémentation, nous ne connoissons pas encore les causes de toutes les variétés que l'on observe dans les fontes. À la vérité nous savions déjà que, non-seulement les fontes blanches, mais encore les fontes grises peuvent différer entr'elles par le degré auquel est portée la réduction du métal, puisqu'elles dégagent des quantités différentes de gaz inflammable lorsqu'on les dissout dans les acides; mais il nous restoit à découvrir les causes d'un assez grand nombre de propriétés par lesquelles les fontes grises diffèrent des fontes blanches, & principalement celle de la différence des couleurs que ces deux espèces de substances présentent à leurs cassures.

Or, nous avons déjà fait remarquer au commencement de ce Mémoire, l'analogie qui se trouve entre les propriétés de la fonte grise & celles de l'acier. La fonte grise est tachée en noir par les acides, elle laisse, comme l'acier, après sa dissolution dans les acides, un résidu noir,

quelquefois même plus abondant; elle brûle à l'air libre en jetant des étincelles; enfin elle est susceptible de la trempe. Cette analogie seule suffiroit pour faire conclure que dans cette substance, comme dans l'acier, le fer est combiné avec une certaine quantité de charbon, quelquefois même en plus grande dose que dans ce dernier métal; mais ce qui le prouve d'une manière incontestable, c'est la faculté qu'a la fonte grise de cémenter & de convertir en acier le fer doux qu'on y plonge lorsqu'elle est en fusion. Indépendamment de l'observation journalière que l'on fait de ce phénomène, dans les fourneaux où l'on coule de la fonte grise, nous avons eu nous-mêmes plusieurs fois l'occasion de le vérifier. Toutes les fois que nous faisons chauffer de la fonte à la forge, les tisonniers dont nous nous servions pour la ramener dans le feu se cémentoient dans les parties qui touchoient à la fonte, ils devenoient susceptibles de prendre la trempe, & ils présentoient, à la cassure, le grain de l'acier. Nous avons aussi fait à ce sujet une expérience directe.

Dans un creuset particulier, nous avons mis un barreau de fer doux de Guérigny, avec poids égal de fonte grise provenant de la même forge; nous avons recouvert le tout de verre pilé, qui, en se fondant, devoit mettre les deux métaux à l'abri du contact de l'air atmosphérique. Ce creuset fut exposé à l'action du feu d'un bon fourneau pendant cinq heures; après le refroidissement, nous trouvâmes que la fonte avoit été fondue, qu'elle étoit devenue plus blanche qu'auparavant & qu'elle avoit pris de la ductilité; quant au barreau de fer forgé, il avoit conservé sa forme, il n'avoit touché la fonte que dans quelques parties de trois de ses faces, & il ne s'étoit pas même soudé par-tout avec elle; mais par-tout où il avoit eu contact avec la fonte, il étoit devenu acier de bonne qualité, tandis que les parties éloignées du contact n'étoient encore que du fer doux.

Il résulte de-là que dans la fonte grise, qui peut être

considérée comme un assez bon ciment, & qui a la faculté de transmettre du charbon au fer doux, pour le convertir en acier, le métal est uni à une assez forte dose de charbon qu'elle a prise dans le haut fourneau. Lorsque la fonte est liquide & suffisamment chaude, ce charbon y est dans un véritable état de dissolution, puisqu'il se trouve distribué d'une manière sensiblement uniforme dans toute la masse, malgré la différence des pesanteurs spécifiques des deux substances; & sur-tout puisqu'il se porte sur le fer doux qu'on lui présente, de même que le sel dissous dans l'eau, se partage à l'eau nouvelle qu'on ajoute à la dissolution. Les fontes qu'on appelle *truitées*, dont la cassure n'est pas d'une couleur uniforme, & qui sont composées de fonte blanche & de fonte plus ou moins grise, sont dans cet état, parce que leur réduction dans le fourneau ne s'est pas faite par-tout de la même manière, & parce qu'elles n'ont pas été tenues assez fluides ou assez long-temps en fusion, pour que la dissolution du charbon ait pu devenir uniforme.

Il y a donc deux causes principales de variétés dans les fontes; la première est la quantité de gaz déphlogistiqué qui reste unie au métal, & qui dépend du degré auquel la réduction a été portée dans le fourneau: moins il reste d'air déphlogistiqué, plus la fonte approche de la nature du fer doux; c'est la base du gaz déphlogistiqué qui rend la fonte blanche fusible, qui lui donne de la fragilité, & qui lui communique la dureté en vertu de laquelle elle est intraitable à l'outil. La seconde cause de variétés est la quantité de charbon que la fonte a pu absorber dans le haut fourneau. C'est le charbon combiné avec le fer dans la fonte grise & dans la fonte noire, qui leur donne leurs couleurs, c'est lui qui, à degrés égaux de réduction, les rend généralement plus fusibles que les fontes blanches; c'est lui qui forme le résidu noir qu'elles laissent au fond de leurs dissolutions dans les acides; enfin c'est lui qui leur donne les caractères principaux de l'acier.

On pourroit objecter que le charbon contenu dans la fonte, ayant la faculté de contracter le gaz inflammable dans lequel il se dissout, il seroit possible d'expliquer par cela seul la différence que l'on observe entre les volumes de gaz inflammable dégagé par la fonte & par le fer dans leurs dissolutions, sans avoir recours à un défaut de réduction; en sorte que la fonte ne contiendrait pas essentiellement de l'air déphlogistiqué, & ne seroit autre chose que de l'acier dont la supercémentation auroit été poussée plus ou moins loin. Nous conviendrons, & nous l'avons déjà dit, que cette observation est une raison de croire que la quantité de gaz déphlogistiqué qui se trouve encore dans la fonte grise, n'est pas tout-à-fait aussi grande qu'on pourroit le conclure d'après la différence des produits en gaz inflammable; mais si l'on remarque que les fontes les plus blanches, qui ne contiennent pas sensiblement de matières charbonneuses, & qui ne laissent aucun résidu noir dans les dissolutions, sont précisément celles qui dégagent le moins de gaz inflammable, on sera forcé d'admettre que les fontes blanches au moins contiennent déjà de l'air déphlogistiqué, en vertu duquel il n'est pas nécessaire qu'elles décomposent autant d'eau, & qu'elles dégagent autant de gaz inflammable pour être rendues solubles dans les acides.

Quant à la fonte grise, on sait que lorsqu'on la tient en fusion pendant long-temps à une très-haute température, à l'abri du contact de l'air atmosphérique, & de toutes matières qui, en fournissant de l'air déphlogistiqué, pourroient donner lieu à la combustion du charbon qui la rend grise, elle perd quelques-unes des propriétés dont elle jouissoit auparavant; elle devient alors moins aciéreuse, sa cassure devient plus blanche, elle prend de la ductilité, & elle approche davantage de la nature du fer forgé, qui est infusible à de semblables températures; tandis que l'acier de cémentation qui contient pareillement du charbon, peut soutenir les plus hautes températures, à l'abri du contact de l'air atmosphérique, sans éprouver d'altération sensible.

La

La fonte grise perd donc dans cette opération, le charbon qu'elle étoit auparavant en état de transmettre au fer doux: actuellement, comment le charbon qui est inaltérable au plus grand feu, pourroit-il disparaître, sur-tout étant déjà combiné avec le fer, s'il ne rencontroit dans la fonte grise un reste d'air déphlogistiqué capable d'opérer sa combustion?

Ainsi, la fonte est un métal dont la réduction plus ou moins avancée, n'est pas portée assez loin pour que le fer ait de la ductilité; elle peut en outre ou contenir une quantité plus ou moins grande de charbon qu'elle peut avoir absorbé dans le haut fourneau, ou être presque entièrement privée de cette substance: par conséquent l'acier de cémentation qui est toujours au contraire dans un état de réduction complète, & qui d'ailleurs contient essentiellement du charbon, n'est pas, comme on l'a cru jusqu'ici, un état du fer, moyen entre la fonte & le fer affiné.

Enfin le fer parfaitement doux, s'il en existoit de cette espèce, seroit un métal pur, entièrement dépouillé & de la base du gaz déphlogistiqué avec laquelle il étoit combiné dans la mine ou dans la fonte, & du charbon qu'il auroit absorbé dans le fourneau pendant la réduction: mais les opérations principales de l'affinage, qui ont toutes pour but de le purger de ces deux substances étrangères, ne sont pas susceptibles d'une assez grande précision pour que cette dépuracion puisse s'exécuter d'une manière complète; & les meilleurs fers de Suède contiennent toujours des quantités, très-petites à la vérité, d'air déphlogistiqué & de charbon. En effet, le fer de Suède le mieux affiné contient encore du charbon, car il laisse toujours un léger résidu noir au fond de sa dissolution dans les acides; & il contient de l'air déphlogistiqué, puisque si on le cimente avec du charbon pour le convertir en acier, l'acier poulé, qui est le produit immédiat de la cémentation, est toujours boursoufflé & percé de bulles concaves plus ou moins grandes, au point que pour l'employer ensuite à quelqu'usage que ce soit, il faut commencer par le forger, l'écrourir au marteau,

Mém. 1786.

Z

rapprocher & souder ensemble les parties du métal qu'une effervescence avoit séparées. Cette effervescence est évidemment l'effet du dégagement de l'air fixe formé par la combinaison du charbon du ciment avec le peu d'air déphlogistiqué que retient encore le fer affiné.

*Explication des procédés que l'on suit dans les Forges
pour faire passer le Fer par ses différens états
métalliques.*

De la Fusion de la Mine.

POUR charger un fourneau, on y jette en même temps par l'ouverture supérieure, des volumes déterminés de mine, de fondant & de charbon; puis, en vertu de la combustion qui a lieu au foyer, la surface de la charge s'abaisse dans le fourneau; & lorsqu'il y a place pour recevoir une nouvelle charge, on répète l'opération. Les doses des trois substances qui composent pour l'ordinaire une charge, varient, 1.^o selon la nature de la mine, 2.^o selon l'état du fourneau, 3.^o selon les qualités qu'on se propose de donner à la fonte. L'objet principal du fondant est de concourir à la fusion de la gangue, & de faciliter l'accès du charbon à la chaux métallique qu'elle renferme: lorsque la gangue est siliceuse ou argileuse, le fondant est ordinairement de la terre calcaire, & alors on lui donne le nom de *castine*, du mot allemand *calkestein*, qui signifie *pierre à chaux*. Quand la gangue est calcaire, on emploie pour fondant de l'argile, & on lui donne le nom d'*arbue*. Enfin il y a quelques mines pour lesquelles on n'emploie aucun fondant, parce que leurs gangues étant composées de différentes terres, elles sont fusibles sans addition.

L'emploi du charbon dans les fourneaux a deux objets distincts: le premier est d'exciter par sa combustion une température assez élevée pour procurer la fusion de la

gangue; le second est de commencer la réduction de la chaux métallique, en lui enlevant une partie plus ou moins grande de l'air déphlogistiqué qui entre dans sa composition; & selon que le charbon se partage d'une manière différente pour remplir ces deux objets, la fonte change de nature. Par exemple, lorsqu'un fourneau produit de la fonte blanche dont la réduction est assez avancée, & dont l'affinage est par conséquent facile, si, sans changer la dose de charbon dans la charge, on augmente le vent à la tuyère, soit en donnant une plus grande ouverture à la buse, soit en accélérant le jeu des soufflets, on élève la température du foyer, parce qu'on donne lieu à la combustion d'une plus grande quantité de charbon, & il reste moins de charbon libre qui puisse servir à la réduction de la chaux. Les coulées doivent donc devenir plus abondantes, puisque les charges descendent plus vite; mais la fonte doit être moins réduite, & son affinage qui consiste dans le complément de la réduction, doit être rendu plus difficile: ainsi en changeant le vent à la tuyère, il faut changer la dose de charbon dans la charge.

Si en même temps qu'on donne plus de vent à la tuyère, on augmente en plus grande proportion la dose de charbon dans la charge, non-seulement on pousse plus loin la réduction métallique, à cause de la plus grande quantité de charbon libre qu'on a introduite; mais encore l'affinité du fer pour le charbon étant augmentée par l'accroissement de la température, le métal se combine avec ce combustible, il en entraîne avec lui dans le bain du creuset, & la fonte qui en résulte est grise.

Quoique cette fonte soit en général mieux réduite que les fontes blanches, cependant son affinage est beaucoup plus difficile que celui de ces dernières, parce qu'alors l'opération ne consiste pas seulement à achever la réduction, il faut encore brûler & dissiper tout le charbon combiné avec la fonte, ce qui exige qu'à l'affinerie la fonte soit souvent ramenée au vent des soufflets, & que les surfaces du contact de l'air avec le métal soient perpétuellement

renouvelées. Aussi les maîtres de forges coulent toujours en fonte blanche le fer destiné à l'affinage, & ils ne coulent en fonte grise que les pièces qui, comme les canons de la marine & les tuyaux de conduite, doivent avoir un peu de souplesse, & qui doivent être ensuite réparés à l'outil.

On voit donc pourquoi l'on est maître de faire à volonté, avec la même mine, ou de la fonte blanche ou de la fonte grise, en variant seulement la quantité de charbon dans les charges & le vent des soufflets. Cependant, ces deux circonstances ne sont pas les seules auxquelles il faille avoir égard lorsqu'on veut obtenir de la fonte grise; car la combinaison du fer avec le charbon exige un certain temps, les mines très-fusibles qui coulent très-promptement dans le creuset de l'affinerie, sont très-peu de temps en contact avec les charbons, & sont en général moins propres à produire de la fonte grise que les mines plus réfractaires.

On concevra peut-être difficilement que la réduction des chaux métalliques se faisant au moyen du contact des charbons qui leur enlèvent la base de l'air déphlogistiqué, la fonte grise puisse contenir du charbon, & cependant n'être pas un métal complètement réduit. On pourroit croire que la réduction ne peut être incomplète que quand la quantité de charbon n'est pas suffisante, & qu'il ne peut rester de charbon libre de se combiner avec le fer, que quand il n'y a plus de réduction à opérer. Mais il faut observer que, surtout dans les circonstances où la fonte est grise, la température du foyer du fourneau au niveau de la tuyère, est beaucoup plus élevée que n'est celle du bain métallique qui est au fond du creuset. Cette température seroit capable d'opérer la réduction complète du métal, & même de donner lieu à une cémentation outrée, si la fonte y étoit exposée pendant un temps suffisant; mais les gouttes qui résultent de la fusion de la mine ne l'éprouvent que pendant l'instant qu'elles passent devant la tuyère, & cet instant est assez court: il n'y a donc que la surface de ces gouttes qui puisse se réduire & absorber du charbon; dans l'intérieur

la réduction est beaucoup moins avancée, & il n'y a point de charbon combiné. Lorsqu'ensuite ces gouttes tombent dans le bain qui est sous le laitier, & dont la température est plus basse, elles abandonnent d'abord le charbon absorbé, dont la plus grande partie reste disséminée dans le métal; puis par une espèce de communication, la réduction se distribue dans toute la masse d'une manière sensiblement uniforme, sans faire de nouveaux progrès, parce que le charbon abandonné n'est pas du charbon pur; c'est, comme nous le verrons plus tard, de la plombagine dont la combustion est plus difficile, & qui ne peut opérer la réduction métallique que par une température plus élevée que celle du bain. Au reste, l'existence du charbon dans la fonte grise est démontrée par les faits, & nous n'avons pour objet dans cette explication, que de faire concevoir comment il peut y être.

M. Bergman a fait sur la fonte quelques expériences dont les résultats ont paru extraordinaires, & qui sont une suite naturelle de notre théorie. Par exemple, ce chimiste, après avoir cémenté 200-liv. de fonte grise de Hallesfort avec de l'hématite noire, & une autre fois avec de la chaux de fer précipitée du vitriol, & rougie ensuite dans un creuset, a obtenu deux régules ductiles avec augmentation de poids; dans le premier cas, le régule pesoit 201 $\frac{1}{2}$ liv. & dans le second 206 liv. (*Voyez exp. 90, 91*). On voit que cette fonte contenoit assez de charbon d'abord pour achever la réduction du métal, & ensuite pour réduire une partie de la chaux martiale qui lui servoit de ciment. Le produit de cette dernière réduction est la cause de l'excès du poids du régule sur celui de la fonte employée.

Dans une autre expérience, 200 liv. de fonte de Leufstad refondues sans addition dans un creuset, & poussées à un très-grand feu, n'ont donné que 196 liv. de régule, & ce régule étoit de l'acier d'excellente qualité, que les acides tachoient en noir (*voyez exp. 97.*). On voit qu'une partie du charbon qui étoit dans la fonte, a été employée

à compléter la réduction , & que l'autre n'ayant pu être absorbée par aucune substance environnante , est restée combinée avec le métal , & lui a donné les caractères de l'acier. Quant à la diminution de poids qu'on observe dans cette expérience , elle provient du dégagement de l'air fixe formé par la combinaison d'une partie du charbon avec la base de l'air déphlogistiqué que retenoit encore le métal dans l'état de fonte.

D'après cela il est facile d'expliquer pourquoi dans les fourneaux de reverbère , quand on refond de vieilles pièces de fonte grise , dont la surface a été ou calcinée par le feu , ou rouillée à l'air libre , le métal se fond dans l'intérieur des pièces , coule dans le creuset , & donne une fonte plus blanche , tandis que l'extérieur des pièces s'affine , prend l'état pâteux & reste sur l'autel du fourneau en gardant sa forme ; car dans l'intérieur une partie du charbon est employée à avancer la réduction du métal , ce qui blanchit la fonte ; mais la réduction ne s'achève pas entièrement , parce que le métal coule sur le champ dans le creuset , & ne reste pas assez long-temps exposé à l'action de la chaleur : à la surface des pièces au contraire le métal reçoit un plus grand coup de feu , & subit d'abord une réduction plus avancée ; ensuite par le contact de la chaux métallique , il perd le reste du charbon qui le rendoit fusible , & l'affinage est achevé. Le fer affiné qui reste ainsi sur l'autel , se nomme ordinairement *carcas* , & on peut le porter sous le marteau pour le convertir en barres.

De l'affinage de la Fonte.

Lorsque la fonte est blanche , & qu'elle ne contient presque point de matière charbonneuse , l'affinage consiste simplement à enlever les dernières molécules d'air déphlogistiqué qui donnent au fer de la fusibilité , & qui lui ôtent la flexibilité. On remplit cet objet en faisant refondre la gueuse à la forge de l'affinerie , où elle tombe

goutte à goutte dans le creuset, & en agitant ensuite le bain de fonte pour renouveler souvent les contacts avec les charbons incandescens. Le charbon, en se combinant avec la base de l'air déphlogistiqué de la fonte, fait faire de nouveaux progrès à la réduction qui n'avoit été que commencée dans le fourneau ; le fer cesse d'être fusible à la température qu'il éprouve dans l'affinerie ; il prend l'état pâteux, & il devient en état d'être tiré en barres sous le marteau.

Si le ringard de fer forgé dont l'affineur se sert pour agiter la fonte & la mettre en contact avec les charbons, reste quelque temps plongé dans le creuset, au sortir du bain, la partie de cet instrument qui a été plongée, se trouve enveloppée d'un fourreau plus ou moins épais de fonte qui a pris nature ; ce fourreau n'adhère pas au ringard, il peut en être détaché par des chocs, & il est susceptible d'extension sous le marteau. Le fer forgé, qui par les mêmes températures a plus d'affinité pour la base de l'air déphlogistiqué que n'en a la fonte, fait donc ici une partie de l'effet du charbon ; la fonte, en partageant avec lui le reste de l'air déphlogistiqué qu'elle retenoit, éprouve une assez grande réduction pour cesser d'être fusible au feu de l'affinerie, & pour acquérir un certain degré de ductilité. On voit donc qu'il n'est pas nécessaire que le fer soit parfaitement privé d'air déphlogistiqué pour être malléable, & que les fers forgés du commerce peuvent différer entre eux par l'état auquel est portée la réduction métallique ; mais les expériences sur les dissolutions prouvent que le fer est, toutes choses d'ailleurs égales, d'autant plus ductile, que la réduction approche plus d'être complète ; & que la supériorité des fers de Suède vient de ce que dans l'affinage, la réduction du métal a été poussée plus loin.

Si l'on considère 1.^o que les fers forgés contiennent toujours une quantité, très-petite à la vérité, mais plus ou moins grande d'air déphlogistiqué ; 2.^o que les fontes blanches en contiennent beaucoup davantage, & diffèrent

considérablement les unes des autres à cet égard; 3.^o que l'éthiops martial obtenu par M.^r Lavoisier & Meunier, en calcinant du fer au moyen de la vapeur d'eau, est évidemment un état du fer, moyen entre la fonte blanche & la chaux; 4.^o que les chaux de fer elles-mêmes peuvent contenir plus ou moins d'air déphlogistiqué suivant les circonstances qui ont accompagné la calcination; on sera forcé de conclure que le fer est capable de se combiner avec la base de l'air déphlogistiqué en un nombre infini de proportions différentes: non pas que ce métal soit susceptible de plusieurs points de saturation pour cette substance; mais parce que dans chaque circonstance particulière, son affinité pour la base de l'air déphlogistiqué se met en équilibre avec les forces qui s'opposent à la combinaison. Or, les premières molécules d'air déphlogistiqué qui s'unissent au fer pour commencer la calcination, adhèrent davantage au métal que celles qui entrent plus tard dans la combinaison. Donc, lorsqu'il s'agit d'opérer la réduction du fer, plus cette réduction est avancée, plus il faut forcer les circonstances qui la favorisent; il faut donc alors élever la température, & employer pour réducteur une substance qui ait plus d'affinité pour l'air déphlogistiqué, c'est-à-dire, dont la combustion soit plus facile. Ce raisonnement explique & justifie l'usage constant où l'on est dans les forges de destiner le charbon de bois de chêne aux fourneaux, & de réserver pour les affineries les charbons de hêtre & d'autres bois blancs qui sont plus combustibles. Car tout le monde sait que le charbon de hêtre continue de brûler, & se réduit en cendres, dans des circonstances par lesquelles le charbon de chêne s'éteindrait; ainsi, lorsqu'on l'emploie dans les affineries, il doit faire faire à la réduction des progrès plus rapides, & la porter plus loin que les charbons de bois durs.

Au contraire, le charbon de terre épuré, auquel on donne en Angleterre le nom de *coak*, est d'une combustion beaucoup plus difficile que le charbon de bois de chêne;

il s'éteint dans des circonstances par lesquelles celui-ci brûle encore très-bien ; il lui faut un air plus dense , ou un vent plus rapide. Aussi ce charbon qu'on emploie avec succès dans les hauts fourneaux pour commencer la réduction de la mine , & donner de la fonte , n'est point propre à achever la réduction dans les affineries , & à produire du fer forgé : pour donner lieu à sa combustion rapide , il faut élever très-haut la température & forcer le vent des soufflets ; & parce que ces circonstances sont précisément celles qui occasionnent la calcination du fer , lorsqu'on veut affiner au coak , loin d'avancer la réduction , on calcine presque autant de métal qu'on brûle de charbon. De-là vient la nécessité où se sont trouvés les Anglois qui n'employent point de charbon de bois dans leurs forges , d'abandonner les procédés d'affinage qu'on avoit toujours suivis dans les pays où le charbon de bois est à bas prix.

La température nécessaire pour faire prendre nature à la fonte blanche par le contact du charbon de bois , c'est-à-dire , pour la réduire au point d'être ductile & extensible sous le marteau , est plus basse que celle qui est capable de la faire entrer en fusion. En effet , dans certaines forges on ne suit pas pour l'affinage du fer le procédé que nous avons décrit ; on commence par couler la fonte en plaques minces , ensuite on les stratifie avec du charbon de bois , & on en compose un fourneau que l'on recouvre de terre ou de laitier , à-peu-près comme ceux où l'on cuit le charbon. Ensuite on allume le fourneau par une cheminée que l'on a pratiquée au centre , & le feu se communique de proche en proche à tout le charbon de la masse , qui étant privé du contact de l'air atmosphérique , ne peut brûler qu'en enlevant à la fonte une partie de l'air déphlogistiqué qu'elle contient , & en avançant la réduction : au bout d'un certain temps , plus ou moins long suivant l'épaisseur des plaques , le métal est affiné , sans que les plaques qui ont conservé leur forme , soient entrées en fusion ; c'est ce qu'on appelle *mager*. Si l'on interrompt l'opération avant qu'elle soit

Mém. 1786,

A a

achevée, & qu'après avoir fait refroidir les plaques, on les casse, il est facile de distinguer à la cassure les parties de fer qui sont près de la surface de la plaque, & qui ont pris nature, de celles qui sont au centre de l'épaisseur, & qui présentent encore l'aspect de la fonte; les premières sont assez réduites pour être tirées en barres, tandis que la réduction des autres n'a pas reçu d'accroissement.

On sent que l'opération du *mazage*, telle que nous venons de la décrire, ne peut pas fournir immédiatement un fer très-affiné & très-ductile; il faudroit ensuite faire éprouver au fourneau un coup de feu plus grand & soutenu pendant quelque temps, pour donner lieu à une réduction plus complète, sans cependant atteindre la température propre à la cémentation, parce qu'alors on convertiroit le fer en acier. On remplit à peu-près ce but dans les forges où l'on maze, en portant les plaques mazées à une chaudière pour les convertir en loupes; car elles y éprouvent une température beaucoup plus haute que celle du fourneau de mazage, & le contact des charbons porte leur réduction à un point suffisant pour l'usage.

Jusqu'ici nous n'avons parlé que de l'affinage de la fonte blanche. Pour la fonte grise, l'opération ne consiste pas seulement à dépouiller le fer de l'air déphlogistiqué qui pendant la fusion a résisté à l'action des charbons; il faut encore lui enlever le charbon même avec lequel il s'est combiné dans le haut fourneau; & cette seconde partie de l'affinage est en général beaucoup plus difficile que la première. Lorsque la fonte est peu grise, c'est-à-dire, lorsqu'elle contient peu de matière charbonneuse, on employe ordinairement deux moyens pour lui enlever cette substance étrangère: le premier est d'exciter une température plus haute en augmentant le vent des soufflets de l'affinerie, & d'opérer la combustion du charbon contenu dans la fonte, par l'air déphlogistiqué qu'elle retenoit; le second est de ramener la fonte perpétuellement au vent des soufflets, & d'occasionner par-là la combustion de la matière charbonneuse. Dans

certaines forges, on remplit ce dernier objet en introduisant dans le bain de l'affinerie le jet d'air des soufflets; ce jet enagitant la fonte, & en renouvelant perpétuellement son contact avec l'air atmosphérique, donne lieu à la combustion du charbon qui la rendoit grise.

Ces deux moyens sont très-foibles, & quoiqu'on ait coutume de les employer en même temps, l'affinage est toujours très-lent & très-dispendieux. En effet il est d'abord très-difficile d'élever assez la température du bain de l'affinerie, pour que l'air déphlogistiqué & le charbon qui sont contenus dans la fonte puissent se combiner & abandonner le métal; en second lieu, l'état dans lequel le charbon se trouve dans la fonte, & dont nous parlerons plus tard, le rend très-peu combustible, & en exposant la fonte au vent des soufflets, on calcine beaucoup de métal en même temps qu'on dissipe de la matière charbonneuse, ce qui entraîne une perte de matière.

Mais lorsque la fonte est très-grise, les difficultés dont nous venons de parler deviennent encore plus grandes, & l'on n'a aucun moyen certain de l'affiner avec bénéfice; car les pertes occasionnées par la calcination & par la dispersion du métal, la dépense du combustible, & la main-d'œuvre d'une opération qui n'a pour but que de ramener la fonte grise à l'état de fonte blanche, portent trop haut les frais de l'affinage.

Cependant, si l'on avoit une grande quantité de fonte très-grise, dont on n'eût d'autre emploi à faire que de la convertir en fer forgé, on pourroit suivre le procédé qui résulte des expériences 90 & 91 de M. Bergman, & que nous proposons néanmoins avec réserve, parce que nous n'avons pas encore eu occasion de l'exécuter en grand, & de comparer les dépenses qu'il entraîneroit avec les produits qu'on en obtiendrait. Ce seroit, après avoir coulé la fonte en plaques minces, de la cémenter avec de la chaux martiale ou avec de la mine lavée & pilée, & de donner au fourneau de cémentation un coup de feu très-

A a ij

fort & soutenu assez long-temps; par-là on acheveroit de réduire le métal aux dépens d'une partie de charbon qu'il renferme, & le reste du charbon seroit employé à réduire une partie du ciment, en sorte que le résultat de l'opération seroit du fer parfaitement affiné, & dont le poids excéderoit celui de la fonte employée. A la vérité, les frais de cette cémentation seroient considérables, sur-tout, si le combustible n'étoit pas à bas prix; mais ils pourroient être compensés, 1.^o parce que le poids du fer forgé égaleroit au moins celui de la fonte, tandis que dans les affineries les mieux montées, il faut 1350 liv. de fonte pour produire un mille de fer forgé; 2.^o parce qu'on seroit dispensé du feu d'affinerie, & qu'on n'auroit plus besoin que d'un feu de chaudière pour cingler les barres.

Au reste, le parti le plus avantageux que l'on pourroit tirer d'une grande quantité de fonte très-grise, ne seroit pas de la convertir en fer forgé, mais d'en faire de l'acier, en supposant néanmoins qu'elle ne contint ni sydérite, ni métaux étrangers. Pour cela, d'après l'expérience 90 de M. Bergman, il faudroit l'exposer au feu de cémentation dans des caisses closes & sans ciment; une partie du charbon contenu dans la fonte serviroit à compléter la réduction du métal; l'autre, en restant disséminée dans la masse, la convertiroit en acier, dont la qualité dépendroit ensuite de la dose de charbon dont la combustion n'auroit pas été opérée.

De la Cémentation du Fer doux.

Il nous reste peu de choses à dire de la cémentation, sur laquelle nous sommes entrés dans d'assez grands détails. Nous avons vu que le charbon étoit la seule substance, qui combinée en certaine dose avec le fer doux, eût la faculté de communiquer à ce métal la propriété de se durcir à la trempe; que pour que cette combinaison se fit au degré convenable, il falloit que le fer éprouvât dans

la cémentation une certaine température qui le mit en état d'absorber une suffisante quantité de charbon, & que cette température fût soutenue pendant un temps suffisant, afin que la cémentation pût s'opérer jusqu'au centre des barres. Si l'on veut donc avoir de l'acier de cémentation, qui soit susceptible de se forger commodément & de se souder, il est très important d'atteindre la température par laquelle le fer pourra absorber la quantité de charbon nécessaire, & de ne pas l'outre-passer, parce qu'alors l'acier seroit trop cémenté & qu'il ne pourroit pas se forger.

Ce n'est pas que l'acier trop cémenté & rendu fusible par une trop grande dose de charbon, ne soit peut-être plus propre à plusieurs d'objets, que l'acier susceptible d'être forgé, car, par la fusion, le charbon se distribue dans toute la masse d'une manière plus uniforme, & l'on n'est pas exposé à trouver dans son intérieur des parties trop rapprochées de la nature du fer, & qui ne soient pas capables de prendre la trempe, ou qui la prennent moins bien.

L'usage de cette matière a été restreint jusqu'à présent, principalement 1.^o parce qu'on ne pouvoit l'employer que pour des objets coulés & jetés en moule; 2.^o parce que, étant fusible, & n'étant pas en état d'être écrouie sous le marteau, il est impossible par les moyens ordinaires de rapprocher les parties que l'effervescence de la cémentation avoit écartées, & de faire disparaître les bulles & les chambres qui se trouvent souvent dans son intérieur. Mais ce qu'on ne peut pas faire par le choc, on pourroit vraisemblablement l'exécuter par des pressions telles que celles du balancier des monnoies; du moins il est bien probable que c'est par quelque opération analogue que l'on fabrique des outils d'acier, tels que des cylindres de laminoir dont la dureté après la trempe est très-grande & dont le grain est parfaitement uniforme dans toute la masse.

Au reste, l'acier trop cémenté étant plus combustible à l'air libre que le fer, & même que l'acier ordinaire, si l'on

veut lui conserver ses propriétés, il faut, toutes les fois qu'on le chauffe ou qu'on le fait fondre, le garantir exactement du contact de l'air atmosphérique, parce qu'alors son excès de charbon se consumeroit dans tous les contacts avec l'air, & que sa substance deviendrait moins uniforme.

Dans certaines forges, par exemple, dans celles de la Carinthie, on convertit à volonté la même fonte grise en fer doux ou en acier, & les procédés qu'on suit pour l'un & l'autre de ces deux objets, sont parfaitement d'accord avec la théorie que nous avons exposée. Dans les deux cas, on coule la fonte dans un grand creuset, puis en jetant de l'eau froide sur le métal en fusion, on en durcit la surface, & on enlève une première plaque mince; on refroidit de nouveau la surface du bain, pour enlever une seconde plaque, & en continuant l'opération, on parvient à convertir en plaques, la plus grande partie de la coulée. Cela fait, pour avoir de l'acier, on fait fondre ces plaques à l'affinerie où elles éprouvent un coup de feu violent & long-temps soutenu, & on les garantit du contact de l'air par une couche de laitier suffisamment épaisse. Pour avoir du fer doux, on commence par faire subir aux plaques un long grillage, & l'on a soin de renouveler l'air par le moyen de deux soufflets; & ensuite on porte à l'affinerie le résultat de l'opération, pour le traiter comme dans les forges ordinaires.

Ainsi, pour convertir en acier la fonte grise, il suffit de la chauffer fortement à l'abri du contact de l'air; par-là une portion du charbon qui étoit dans la fonte, est employée à achever la réduction, & l'autre portion qui reste combinée, donne au métal les qualités de l'acier. Dans la seconde opération, au contraire, le grillage à l'air libre consume le charbon qui est à la surface, & par communication une grande partie de celui qui est dans l'intérieur; & lorsqu'ensuite on porte à l'affinerie le résultat du grillage, le peu de charbon qui reste, suffit à la réduction, & le métal dépouillé d'air déphlogistiqué & de charbon, est dû

fer doux. On sent qu'il est avantageux dans ces forges de convertir en plaques toute la fonte; car si l'on veut obtenir du fer, ces plaques se grillent plus facilement à cause de leur peu d'épaisseur, & si l'on veut faire de l'acier, elles sont plutôt fondues, & elles se noient sous le laitier, avant que le vent du soufflet ait consumé beaucoup du charbon qu'elles contenoient.

Du Charbon considéré dans son état de combinaison avec le fer, & dans l'état où il est au sortir de cette combinaison.

Nous avons vu que le charbon a la faculté de se combiner avec le fer, & que le résultat de cette combinaison doit être regardé comme une véritable dissolution, parce que ces deux substances se distribuent uniformément dans l'intérieur de la masse, malgré la différence de leurs pesanteurs spécifiques, ce qui est le propre des dissolutions, & parce que la fonte & l'acier en fusion transmettent du charbon au fer doux qu'on y plonge. Cette affinité du charbon avec le fer est évidemment variable suivant les températures; car 1.^o par les températures ordinaires, ces deux matières n'exercent aucune action l'une sur l'autre, & il faut qu'elles soient chauffées toutes deux jusqu'à un certain point, pour que la dissolution puisse avoir lieu; 2.^o à mesure que l'on élève davantage la température, la dissolution devient plus abondante, ce qui est prouvé par l'excès de charbon que prend le fer quand la température est poussée trop loin dans la cémentation, & par celui que prend la fonte dans le haut fourneau, lorsqu'en employant trop de charbon dans la charge, on excite une trop haute température au foyer. Ainsi le fer est susceptible d'être saturé de charbon, & la quantité de cette dernière substance nécessaire à la saturation, varie selon la température.

Il suit de-là que si la fonte & l'acier fondu sont saturés de matière charbonneuse par une température beaucoup

plus haute que celle qui est nécessaire à la fusion & qu'on les laisse refroidir, le métal dont l'affinité pour le charbon diminue en même temps que la température baisse, doit devenir supersaturé & abandonner du charbon, & cette espèce de dissolution doit se troubler; mais l'état du mélange doit être différent, selon le régime du refroidissement.

Si le refroidissement est conduit d'une manière très-lente, le métal doit s'épurer, parce que le charbon abandonné a le temps de s'élever à la surface. C'est à cette dépuración, comme nous allons le voir dans un moment, qu'il faut attribuer la plombagine que l'on trouve à la surface de la fonte grise coulée en grosse masse, & celle qui tapisse ordinairement les cuillères avec lesquelles on jette cette matière en moule; mais si le refroidissement est trop prompt, ce qui arrive le plus ordinairement, le charbon abandonné est surpris dans le métal avant qu'il ait pu s'en dégager, & il se trouve disséminé dans l'intérieur & non combiné.

Or les affinités de deux substances étant toujours réciproques, & le fer ayant la faculté de dissoudre du charbon, le charbon doit être regardé à son tour comme capable de retenir du fer; de plus, toutes les fois qu'une précipitation se fait sans intermède, la substance abandonnée est toujours saturée du dissolvant; c'est ainsi que l'air abandonné par l'eau, en vertu d'une élévation de température ou d'une diminution de pression, est toujours saturée d'eau: donc le charbon qui avoit été tenu en dissolution dans du fer coulé & qui a été abandonné en vertu d'un refroidissement, doit être saturé de fer; ce n'est plus du charbon pur, c'est de la plombagine, c'est-à-dire, c'est la même substance que celle dont on fait les crayons d'Angleterre.

En effet, la substance qui pendant le refroidissement s'élève à la surface de la fonte grise, a tous les caractères extérieurs de la véritable plombagine; elle en a la couleur, elle est douce au toucher comme elle, elle laisse des traces sur le papier, & elle se comporte au feu exactement comme la

la plombagine. A la vérité , le plus souvent on la rencontre en petites lamelles très-minces comme du mica , & non en masses adhérentes & susceptibles d'être taillées en crayons , ce qui peut venir des circonstances de la précipitation , & principalement de la promptitude du refroidissement ; mais aussi , quelquefois on la trouve en masses solides. Nous avons eu occasion d'observer , en Champagne , les démolitions d'un fourneau où l'on avoit coulé de la fonte grise de bonne qualité , & dont le fer avoit été converti en tôle ; & nous avons trouvé quelques débris des pierres de l'ouvrage , auxquels adhéroient des morceaux massifs de plombagine de l'épaisseur de 6 ou 7 lignes & cristallisées d'une manière régulière : malheureusement , il ne nous a pas été possible de juger de la forme des cristaux , parce que ces morceaux n'avoient pas été ménagés pendant la démolition , & que les cristaux étoient fracturés.

D'ailleurs , toutes les analyses que M. Bergman a faites du résidu noir qui se trouve au fond des dissolutions de la fonte grise , & de l'acier dans les acides , prouvent que ce résidu est absolument la même matière que la plombagine ; & toutes celles que M.^{re} Scheele , Hielm & Pelletier ont faites sur la plombagine , prouvent que cette substance n'est autre chose que du charbon combiné avec une certaine quantité de fer : nous nous contenterons de rapporter ici les principales.

1.^o La plombagine est inaltérable au plus grand feu dans les vaisseaux clos , & lorsqu'on la calcine sous la moufle , elle perd les $\frac{7}{10}$ de son poids , & le résidu est une chaux martiale.

2.^o Lorsqu'on la fait détoner avec le nitre , elle produit de l'air fixe , & elle donne un résidu ferrugineux.

3.^o Lorsqu'on la distille avec du sel ammoniac , ce sel se sublime en fleurs martiales , c'est-à-dire , en fleurs de sel ammoniac chargé de fer.

Mém. 1786.

B b

4.^o Nous avons fait digérer de l'acide marin très-pur sur de la plombagine; pendant la digestion, il s'est dégagé un peu d'air inflammable, il s'est dissout d'abord les $\frac{1}{100}$ de la matière employée, & la partie dissoute étoit du fer que nous avons précipité en bleu de Prusse avec de l'eau de chaux Prussienne, préparée à la manière de M. de Fourcroy; puis, après avoir calciné le résidu, nous l'avons exposé de nouveau à l'action de l'acide marin, & nous avons encore obtenu du fer; enfin continuant ainsi à favoriser la dissolution du fer par la combustion du charbon, & à faciliter cette combustion par la dissolution du métal, nous sommes parvenus à extraire une quantité de fer assez grande, mais qu'il nous a été impossible de mesurer avec quelque exactitude. L'air inflammable qu'on obtient dans cette suite d'opérations, est produit par la dissolution du fer dans l'acide, & prouve que le fer qui constitue la plombagine est dans l'état métallique.

Il suit d'abord de ces expériences, que la plombagine contient du fer; les suivantes prouvent ensuite qu'elle contient du charbon.

1.^o La plombagine revivifie la litarge & l'acide arsenical, & dans ces deux opérations, il y a de l'air fixe produit.

2.^o Distillée avec des sels vitrioliques, elle produit du soufre.

3.^o Avec de l'acide vitriolique seul, elle dégage du gaz acide sulfureux.

4.^o Avec de l'acide phosphorique, elle donne du phosphore.

5.^o Avec les alkalis caustiques humides, elle les rend effervescens.

6.^o Enfin avec le nitre ammoniacal, elle décompose l'acide, & ensuite l'alkali volatil dégagé fait effervescence avec les acides.

Nous avons répété & vérifié le plus grand nombre de ces expériences , & nous en avons fait une autre dont nous croyons devoir rendre compte.

Nous avons placé de la plombagine en poudre sur une petite soucoupe dans de l'air déphlogistiqué, contenu sous un appareil de *Priestley* par un bocal de verre renversé , & nous l'avons exposée au foyer de la lentille de Tchernauhs, qui appartient à l'Académie. La plombagine s'y brûloit très-lentement, & la combustion donnoit lieu à de petites déflagrations qui dispersoient une partie de la matière. Sur la fin de l'expérience , & lorsque le fluide élastique contenu dans le bocal étoit devenu beaucoup moins propre à entretenir la combustion, la plombagine se convertissoit à la surface en petits globules, qui dès qu'ils se touchoient, se réunissoient, comme auroient fait deux pareilles masses de mercure. Nous sommes parvenus de cette manière à former des globules qui avoient plus d'une ligne de diamètre. Enfin, nous avons cessé l'opération, lorsque la combustion a refusé de continuer faute d'air déphlogistiqué. Huit jours après, nous avons trouvé que les $\frac{5}{6}$ du fluide élastique avoient été absorbés par l'eau de l'appareil; c'étoit l'air fixe qui résultoit de la combustion de la partie carbonneuse de la plombagine; l'autre $\frac{1}{6}$ étoit inflammable comme le gaz qui se dégage, lorsqu'on distille du charbon humide, cet air inflammable résultoit de la décomposition de l'eau que le fer & le charbon avoient opérée sur la fin, & lorsque l'air déphlogistiqué étoit trop épuisé pour entretenir leur combustion. Quant aux globules, nous avons trouvé qu'ils étoient beaucoup plus durs que la plombagine; leur surface étoit vitreuse, ils ne laissoient point de traces sur le papier, & ils n'étoient point attirables à l'aimant; par la digestion dans l'acide marin ils ont abandonné une grande quantité de fer, & ils ont laissé un résidu pareil à celui que donne ordinairement la fonte grise & l'acier dans la même circonstance. Ces globules n'étoient donc que le résidu ferrugineux qui avoit été

calciné, puis vitrifié par la chaleur du foyer, & qui avoit retenu une portion de la plombagine non brûlée avec laquelle il avoit été en contact.

Il résulte de toutes ces expériences que ce n'est pas par accident, comme l'ont cru quelques auteurs, que la plombagine dont on fait les crayons d'Angleterre, contient à peu-près $\frac{1}{10}$ de fer; sans ce métal, la plombagine ne seroit autre chose que de la matière charbonneuse pure, & l'on doit regarder cette substance comme du charbon saturé de fer; enfin, ce qui prouve que le fer y est dans un véritable état de combinaison, c'est que la plombagine, lorsqu'elle est pure, n'est pas attirable à l'aimant.

Nous croyons donc être en état de conclure, 1.^o que la plombagine est une substance que nous pouvons composer, & qui, se composant en effet tous les jours dans les hauts fourneaux où l'on coule de la fonte grise, vient nager à la surface du métal en fusion lorsque ce métal en se refroidissant abandonne l'excès du charbon qu'il ne peut retenir en dissolution. Dans cette espèce de dépuración, le charbon entraîne tout le fer qu'il peut retenir à son tour, & la plombagine est formée (b).

(b) Le fer n'est peut-être pas le seul métal avec lequel le charbon ait la faculté de se combiner en nature. L'un de nous (M. Berthollet) avoit déjà remarqué que lorsqu'on fait détoner plusieurs substances métalliques, on obtient un peu d'air fixe. M. de Laffone avoit aussi observé, 1.^o que quand on calcine du zinc avec de l'alkali caustique, il se produit un peu d'air inflammable, & que l'alkali devient effervescent; 2.^o que quand on fait dissoudre ce métal dans l'alkali-volatil aéré, il se dégage aussi de l'air inflammable, & que la dissolution laisse un résidu noir.

Ces résultats annoncent bien que le zinc peut contenir du charbon; mais nous avons voulu nous en assurer par nous-mêmes & répéter l'expérience de M. de Laffone.

Pour cela, nous avons fait dissoudre dans de l'alkali aéré deux onces de limaille de zinc qui nous ont produit 14 grains $\frac{1}{2}$ de résidu noirâtre; nous avons ensuite fait détoner le résidu avec du nitre, & nous en avons obtenu de l'air fixe; ce qui restoit dans la corne, étant d'un vert jaunâtre & bordé d'un cercle violet à sa surface, contenoit de la manganèse; mais nous nous sommes assurés qu'il contenoit aussi

2.^e que dans la fonte & l'acier refroidis, il y a vraisemblablement du charbon combiné; mais qu'il y en a aussi une grande quantité qui étant abandonnée par le refroidissement, est disséminée dans la masse, & non combinée. Ce n'est pas du charbon pur, c'est de la plombagine à laquelle la promptitude du refroidissement & l'état pâteux du métal n'a pas permis de se rassembler à la surface.

Ainsi, la fonte grise & l'acier, sur-tout celui qui est trop cémenté, ne peuvent pas être regardés comme des substances homogènes; ils sont l'un & l'autre le résultat de dissolutions qui se sont troublées par un premier refroidissement, & qui se sont durcies ensuite par un refroidissement plus grand.

L'adhérence qu'ont l'un pour l'autre, le fer & le charbon qui entrent dans la composition de la plombagine, empêche que cette substance ne soit aussi combustible que le charbon libre de toutes combinaisons. Elle exige une plus haute température pour brûler, & il faut pour la faire détoner une plus grande quantité de nitre que pour pareil poids de charbon; non, comme le pense M. Schéele, que la plombagine contienne plus de phlogistique que le charbon, mais parce que la combustion de cette substance étant très-difficile, les parties qui, dans la détonation, ne sont pas placées dans des circonstances très-favorables, ne se brûlent point. Aussi, d'après l'observation de M. Schéele lui-même, le fluide élastique dégagé par la détonation

du fer, par la dissolution dans l'acide marin, & par la précipitation en bleu de Prusse.

Ainsi, le zinc dont nous nous sommes servis, & qui paroissoit assez pur, contenoit une petite quantité de charbon, de manganèse & de fer.

Actuellement, il s'agiroit de savoir s'il est nécessaire que le charbon soit uni au fer, & sous la forme de plombagine, pour se combiner avec le zinc & avec quelques autres

métaux; ou bien s'il peut se dissoudre dans ces substances sans l'intermède du fer: dans ce dernier cas, il seroit possible qu'en sortant de la combinaison, le charbon entraînant une certaine portion du métal, ce qui constitueroit autant de plombagines différentes, qu'il y auroit de métaux avec lesquels le charbon pourroit se combiner; mais l'expérience ne nous a pas encore mis à portée de vérifier cette conjecture.

de la plombagine, n'est pas de l'air fixe pur, il contient encore une grande quantité d'air déphlogistiqué qui n'a pas été employé.

R É C A P I T U L A T I O N.

Le fer coulé doit être regardé comme un régule dont la réduction est incomplète, c'est-à-dire, qui conserve encore une portion de la base de l'air déphlogistiqué; 1.^o parce que cette substance métallique, pour se dissoudre dans les acides vitriolique & marin, dégage moins d'air inflammable, décompose moins d'eau, & absorbe moins d'air déphlogistiqué que le fer doux pour le même objet, ce qui prouve qu'il contient déjà une portion de l'air déphlogistiqué, nécessaire à la dissolution; 2.^o parce qu'en vertu de la température seule, la fonte, sur-tout lorsqu'elle est grise, s'affine & blanchit sans addition & sans le contact de l'air, ce qui ne pourroit avoir lieu, si elle ne contenoit de l'air déphlogistiqué, au moyen duquel s'opère la combustion du charbon qui la rend grise.

De plus la fonte, sur-tout lorsqu'elle est grise ou noire, contient du charbon qu'elle a absorbé en nature, ce qui est prouvé 1.^o par la faculté qu'elle a de cémenter le fer doux & de lui transmettre assez de charbon pour le convertir en véritable acier; 2.^o par le résidu noir qu'on trouve toujours au fond des dissolutions dans l'acide vitriolique; lorsque la dissolution est faite à froid, résidu qui, comme le charbon, se dissout à chaud dans l'air inflammable & donne de l'air fixe par sa combustion. C'est à la plus ou moins grande quantité de matière charbonneuse que la fonte doit les différentes couleurs qu'elle présente à sa cassure, & qu'on est maître de lui donner en variant les doses de charbon dans la charge du fourneau.

L'acier de cémentation n'est autre chose que du fer réduit le mieux qu'il est possible, & combiné d'ailleurs avec une certaine dose de charbon en nature. L'existence du

charbon dans l'acier nous paroît prouvée, 1.^o par l'augmentation du poids du fer, lorsqu'on le cimente dans le charbon pur & dégazé; 2.^o par le résidu charbonneux que l'acier qui résulte de cette cémentation laisse au fond de la dissolution dans les acides, & qui comme celui de la fonte se dissout à chaud dans l'air inflammable, & donne ensuite de l'air fixe par sa combustion. Quant à la réduction métallique, ce qui prouve qu'elle est poussée plus loin dans l'acier de cémentation que dans le fer doux, ce sont les bulles qu'on observe dans l'acier poule, & qui ne peuvent venir que de l'air fixe formé par la combinaison du charbon avec l'air déphlogistiqué qui étoit encore dans le fer.

L'acier trop cimenté ne diffère du précédent que par une plus grande quantité de matière charbonneuse absorbée, ce qui est prouvé par une plus grande augmentation de poids dans la cémentation, par un plus grand résidu noir dans les dissolutions, & principalement parce qu'on ne donne au fer cette qualité qu'en forçant les circonstances qui favorisent la cémentation, telles que sont la température & la durée.

Le fer parfaitement doux seroit un régulé dans le plus grand état de pureté; mais le fer le plus doux du commerce contient toujours 1.^o un peu de charbon, ce qui est prouvé par un léger résidu noir dans les dissolutions; 2.^o un peu d'air déphlogistiqué, qui, se dégageant pendant la cémentation, produit de l'air fixe, & forme les bulles qu'on rencontre toujours dans l'acier poule, provenant du fer même le plus doux: d'ailleurs, les variations qu'on observe dans les volumes de gaz inflammable produit par les dissolutions des différens fers forgés, prouvent que la réduction métallique n'y est pas toujours portée au même point.

Enfin le charbon, après avoir été tenu en dissolution par la fonte ou par l'acier dans l'état de fusion, & se trouvant abandonné par le métal au moment du refroidissement, sort de la combinaison en retenant tout le fer

qui peut lui rester uni. Ce charbon saturé de fer, est alors de la plombagine qui se sépare du métal, & qui, lorsque le refroidissement est lent, vient nager à la surface, où on peut la recueillir en nature; mais lorsque le refroidissement est rapide, & que l'état pâteux du métal s'oppose à cette dépuration, la plombagine abandonnée reste disséminée dans la masse, & lui communique les qualités aciereuses. Ainsi, dans l'état de refroidissement, l'acier doit être considéré comme le résultat d'une dissolution troublée; & le charbon qu'il contient ayant été d'abord tenu en dissolution, puis abandonné en vertu du refroidissement, n'est autre chose que de la plombagine très-divisée, éparse & non combinée.



SUITE

S U I T E
DE LA THÉORIE DE JUPITER
ET DE SATURNE.

Par M. DE LA PLACE.

C E Mémoire étant une suite de celui que j'ai publié dans le volume précédent, je conserverai l'ordre des articles. Dans la première section de ces recherches, j'ai donné la théorie analytique des perturbations de Jupiter & de Saturne; dans la seconde section, j'ai appliqué cette théorie aux mouvemens de Saturne, & j'en ai tiré des formules qui, comparées aux observations, les ont représentées avec la précision dont elles sont susceptibles. J'ai observé cependant dans l'article XLVI, que la théorie de Saturne renferme encore trois petites inégalités sensibles, dont la somme peut surpasser une minute, & auxquelles il sera nécessaire d'avoir égard, lorsque l'on aura des observations très-exactes & calculées avec rigueur. Il étoit à désirer qu'un Astronome exercé dans ce genre de calculs, reprît toutes les oppositions de Jupiter & de Saturne, observées dans le dernier siècle & dans celui-ci, & qu'il les discutât de nouveau, en y appliquant les corrections dues aux mouvemens des étoiles, & à leurs positions aujourd'hui mieux connues. M. de Lamber a bien voulu entreprendre cette discussion pénible & délicate; il l'a faite avec tout le soin qu'exige l'importance de ce travail, & je reconnois avec plaisir, que si mes recherches sont utiles aux Astronomes, c'est principalement à lui qu'elles devront cet avantage. De mon côté, j'ai déterminé les petites inégalités de Saturne, que j'avois d'abord négligées, & j'ai calculé avec précision celles de Jupiter. En comparant ensuite mes

Mém. 1786.

C c

formules à un grand nombre d'observations, M. de Lambre en a conclu les élémens elliptiques des orbites de ces deux planètes, & il a dressé sur ces formules, des tables de leurs mouvemens. Ces tables sont uniquement fondées sur la loi de la pesanteur; je n'ai emprunté de l'observation, que ce qui est nécessaire pour déterminer les constantes arbitraires introduites par l'intégration des équations différentielles. Je me suis astreint à cette condition, parce qu'un des objets les plus intéressans de l'Astronomie, est de constater de plus en plus l'accord de la théorie avec les observations, & de voir si des causes étrangères à notre système ne viennent point en troubler les mouvemens. M. de Lambre a comparé ces tables à toutes les bonnes observations qu'il a pu rassembler; il a trouvé le plus souvent l'erreur au dessous de trente secondes, & lorsqu'elle a surpassé quarante secondes, la discussion de l'observation a fait voir qu'on pouvoit lui en attribuer une partie; une plus grande précision entraîneroit des calculs immenses.

Ces tables de Jupiter & de Saturne auront besoin d'être retouchées dans la suite, à cause de quelques inégalités sensibles dépendantes des carrés des forces perturbatrices, & auxquelles je n'ai point eu égard; telle est, entre autres, une petite inégalité qui a pour argument, le double de celui de la grande inégalité de Saturne; son coefficient est $+ 30$ secondes pour Saturne, & $- 13$ secondes pour Jupiter. J'ai reconnu pareillement que les quantités de l'ordre des carrés des masses des deux planètes, produisoient des variations sensibles dans leurs équations du centre & dans la position de leurs aphélies; mais j'ai cru pouvoir les omettre, parce que l'erreur qui en résulte, est jusqu'à présent insensible, & plus petite que l'incertitude qui reste encore sur la masse de Saturne & sur le coefficient de sa grande inégalité. J'ai trouvé (*article XXXV*) ce coefficient, de 48 minutes 44 secondes pour le milieu de ce siècle; mais comme je n'y suis parvenu que par approximation, en négligeant les cinquièmes puissances des excentricités, je

ne puis pas répondre, à une demi-minute près, de sa valeur. Au reste, il sera facile de déterminer par l'analyse de la première section, les inégalités sensibles qui dépendent des carrés & des produits des masses perturbatrices, lorsque les observations en auront fait sentir la nécessité.

M. de Lambre se propose de publier à la suite des nouvelles tables de Jupiter & de Saturne, la discussion des observations modernes de ces deux planètes, & leur comparaison avec ces tables; je me contente d'y renvoyer ceux qui desiront de voir jusqu'à quel point la théorie de Jupiter satisfait aux observations modernes; mais je la compare ici avec les observations anciennes, & je fais voir qu'elle les représente aussi exactement qu'on peut le desirer. Trente-deux oppositions modernes de Jupiter, comparées deux à deux, & respectivement éloignées de cinq, de dix & de quinze révolutions de cette planète, m'ont donné son moyen mouvement sidéral, égal à $30^d\ 19'\ 41''\ 5$, dans l'intervalle de trois cents soixante-cinq jours. L'observation de Jupiter, la plus ancienne & la meilleure que Ptolémée nous ait transmise, & qui se rapporte à l'an 240 avant notre ère, conduit exactement au même résultat. Le moyen mouvement de Jupiter est donc uniforme comme celui de Saturne, & les équations séculaires doivent être bannies de la théorie de ces deux planètes.

X L I X.

Addition à la Théorie de Saturne.

LES trois inégalités dont j'ai parlé dans l'article XLVI, dépendent des angles $3n't - nt + 3\epsilon' - \epsilon$, $2nt - 3n't + 2\epsilon - 3\epsilon'$, & $nt - n't + \epsilon - \epsilon'$. Je vais donner ici le calcul de ces inégalités; je commence par celle qui a pour argument l'angle $3n't - nt + 3\epsilon' - \epsilon$.

Pour cela, je reprends l'équation (10) de l'article VII, en y changeant les coordonnées de Jupiter dans celles de Saturne, & réciproquement; si l'on représente par $Q.\cos.(3n't - nt + 3\epsilon' - \epsilon + A)$, un terme de R

C c ij

dépendant de l'angle dont il s'agit; l'équation (10) deviendra, relativement à ce terme,

$$0 = \frac{\partial^2(r' d r')}{a'^2 \cdot \partial t'} + \frac{n'^2 \cdot r' d r'}{a'^2} - \frac{n'^2 \cdot d r'}{a'}$$

$$\cdot [2\epsilon' \cdot \text{cof.}(n't + \epsilon' - \varpi') - \frac{1}{2}\epsilon'^2 \cdot \text{cof.} 2(n't + \epsilon' - \varpi')]$$

$$+ n'^2 \cdot [\frac{6n'}{3n' - n} \cdot a' Q + a'^2 \cdot (\frac{\partial Q}{\partial a'})].$$

$$\text{cof.}(3n't - nt + 3\epsilon' - \epsilon + A).$$

En substituant, au lieu de $m d r'$, la valeur trouvée dans l'article XXXIV, & en ne conservant que les termes dépendans de l'angle $3n't - nt + 3\epsilon' - \epsilon$, on aura

$$0 = \frac{m \cdot \partial^2(r' d r')}{a'^2 \cdot \partial t'^2} + \frac{m \cdot n'^2 \cdot r' d r'}{a'^2} + \frac{n'^2 \cdot \epsilon'}{a'} \cdot 0,0053605$$

$$\cdot \text{fin.} \left\{ \begin{array}{l} 3n't - nt + 3\epsilon' - \epsilon - \varpi' \\ - 77^d 50' 46'' \end{array} \right\}$$

$$+ \frac{1}{4} n'^2 \cdot \frac{\epsilon'^2}{a'} \cdot 0,0081435$$

$$\cdot \text{cof.}(3n't - nt + 3\epsilon' - \epsilon - 2\varpi')$$

$$+ n'^2 m \cdot [\frac{6n'}{3n' - n} \cdot a' Q + a'^2 \cdot (\frac{\partial Q}{\partial a'})]$$

$$\cdot \text{cof.}(3n't - nt + 3\epsilon' - \epsilon + A);$$

d'où l'on tire

$$\frac{m \cdot r' d r'}{a'^2} = \frac{-a'^2}{(n - 2n') \cdot (4n' - n)} \cdot \frac{\epsilon'}{a'} \cdot 0,0053605$$

$$\cdot \text{fin.}(3n't - nt + 3\epsilon' - \epsilon - \varpi' - 77^d 50' 46'')$$

$$\frac{-\frac{1}{4} n'^2}{4 \cdot (n - 2n') \cdot (4n' - n)} \cdot \frac{\epsilon'^2}{a'} \cdot 0,0081435$$

$$\cdot \text{cof.}(3n't - nt + 3\epsilon' - \epsilon - 2\varpi')$$

$$\frac{-m n'^2}{(n - 2n') \cdot (4n' - n)} \cdot [\frac{6n'}{3n' - n} \cdot a' Q + a'^2 \cdot (\frac{\partial Q}{\partial a'})]$$

$$\cdot \text{cof.}(3n't - nt + 3\epsilon' - \epsilon + A).$$

La formule (9) de l'article VII, transportée à Saturne, donnera ainsi

$$\begin{aligned}
 m\Delta v' &= \left[\frac{1}{2} - \frac{2n' \cdot (3n' - n)}{(n - 2n') \cdot (4n' - n)} \right] \cdot \frac{e'}{a'} \cdot 0,0053605 \\
 &\quad \cdot \cos. (3n't - nt + 3\epsilon' - \epsilon - \varpi' - 77^d 50' 46'') \\
 &+ \left[\frac{5n' \cdot (3n' - n)}{2 \cdot (n - 2n') \cdot (4n' - n)} - \frac{1}{2} \right] \cdot \frac{e'}{a'} \cdot 0,0081435 \\
 &\quad \cdot \sin. (3n't - nt + 3\epsilon' - \epsilon - 2\varpi') \\
 &+ m \cdot \left\{ a' Q \cdot \left[\frac{9n'^2}{(3n' - n)^2} + \frac{12 \cdot n'^2}{(n - 2n') \cdot (4n' - n)} \right] \right. \\
 &\quad \left. + 2a'^2 \cdot \left(\frac{\partial Q}{\partial a'} \right) \cdot \left[\frac{n'}{3n' - n} + \frac{n' \cdot (3n' - n)}{(n - 2n') \cdot (4n' - n)} \right] \right\} \\
 &\quad \cdot \sin. (3n't - nt + 3\epsilon' - \epsilon + A);
 \end{aligned}$$

d'où l'on tire, en négligeant les termes insensibles,

$$\begin{aligned}
 m\Delta v' &= -5'',9 \cdot \cos. (3n't - nt + 3\epsilon' - \epsilon - \varpi' - 77^d 50' 46'') \\
 &+ m \cdot [50,0811 \cdot a' Q + 5,2805 \cdot a'^2 \cdot \left(-\frac{\partial Q}{\partial a'} \right)] \\
 &\quad \cdot \sin. (3n't - nt + 3\epsilon' - \epsilon + A).
 \end{aligned}$$

Il ne s'agit plus que de déterminer Q & A . Pour cela, j'observe que la partie de R , qui dépend de l'angle

$$3n't - nt + 3\epsilon' - \epsilon,$$

peut être mise sous cette forme :

$$\begin{aligned}
 R &= N^{(0)} \cdot e'^2 \cdot \cos. (3n't - nt + 3\epsilon' - \epsilon - 2\varpi') \\
 &+ N^{(1)} \cdot ee' \cdot \cos. (3n't - nt + 3\epsilon' - \epsilon - \varpi - \varpi') \\
 &+ N^{(2)} \cdot e^2 \cdot \cos. (3n't - nt + 3\epsilon' - \epsilon - 2\varpi) \\
 &+ N^{(3)} \cdot \gamma^2 \cdot \cos. (3n't - nt + 3\epsilon' - \epsilon - 2\Pi)
 \end{aligned}$$

206 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE
& l'on trouve

$$\begin{aligned} a' N^{(0)} &= \frac{3}{8a^2} - \frac{17}{8} \cdot b_{\frac{1}{2}}^{(1)} - \frac{5}{4} a \cdot \frac{b_{\frac{1}{2}}^{(1)}}{\partial a} - \frac{1}{8} \cdot a^2 \cdot \frac{\partial b_{\frac{1}{2}}^{(1)}}{\partial a^2} \\ a' N^{(1)} &= 5b_{\frac{1}{2}}^{(2)} + \frac{5}{2} a \cdot \frac{\partial b_{\frac{1}{2}}^{(2)}}{\partial a} + \frac{1}{4} a^2 \cdot \frac{\partial^2 b_{\frac{1}{2}}^{(2)}}{\partial a^2} \\ a' N^{(2)} &= -\frac{21}{8} \cdot b_{\frac{1}{2}}^{(3)} - \frac{5}{4} a \cdot \frac{\partial b_{\frac{1}{2}}^{(3)}}{\partial a} - \frac{1}{8} \cdot a^2 \cdot \frac{\partial^2 b_{\frac{1}{2}}^{(3)}}{\partial a^2} \\ a' N^{(3)} &= -\frac{1}{8} \cdot a \cdot b_{\frac{1}{2}}^{(4)}. \end{aligned}$$

On a ensuite généralement, Q étant une fonction homogène de a & de a' , de la dimension -1 ,

$$a'^2 \cdot \left(\frac{\partial Q}{\partial a} \right) = -a' Q - a \cdot \frac{\partial (a' Q)}{\partial a}.$$

Au moyen de ces équations & des valeurs de $b_{\frac{1}{2}}^{(1)}$, $b_{\frac{1}{2}}^{(2)}$, &c. & de leurs différences, données dans l'art. XXX, j'ai trouvé

$$a' N^{(0)} = -1,164936,$$

$$a' N^{(1)} = 3,054469,$$

$$a' N^{(2)} = -0,935400,$$

$$a'^2 \cdot \left(\frac{\partial N^{(0)}}{\partial a} \right) = -a' N^{(0)} + 5,376964,$$

$$a'^2 \cdot \left(\frac{\partial N^{(1)}}{\partial a} \right) = -a' N^{(1)} + 8,173767,$$

$$a'^2 \cdot \left(\frac{\partial N^{(2)}}{\partial a} \right) = -a' N^{(2)} + 3,421042;$$

en négligeant donc les termes multipliés par γ^2 , & qui sont insensibles, on aura

$$\begin{aligned} m\delta v' &= -14'' \cdot 479 \cdot \sin.(3n't - nt + 3\epsilon' - \epsilon - 2\pi') \\ &\quad + 49'' \cdot 057 \cdot \sin.(3n't - nt + 3\epsilon' - \epsilon - \pi - \pi') \\ &\quad - 10'' \cdot 685 \cdot \sin.(3n't - nt + 3\epsilon' - \epsilon - 2\pi) \\ &\quad - 5'' \cdot 9 \cdot \cos.(3n't - nt + 3\epsilon' - \epsilon - \pi') \\ &\quad - 77'' \cdot 50' \cdot 46''. \end{aligned}$$

En substituant, au lieu de ϖ & de ϖ' , leurs valeurs, & en réduisant ces différens termes dans un seul, on aura

$$m\delta v' = -49^{\text{h}}.579.\sin.(3n't - nt + 3t' - \\ + 88^{\text{d}}20'19'').$$

L.

CONSIDÉRONs présentement l'inégalité dépendante de l'angle $2nt - 3n't + 2t - 3t'$. Les quantités du premier ordre nous ont déjà donné une inégalité de cette nature, & pour en retrouver une semblable, il faut avoir égard aux quantités du troisième ordre, c'est-à-dire, aux cubes & aux produits de trois dimensions, des excentricités & des inclinaisons des orbites. Ces quantités sont très-petites par elles-mêmes; mais on a vu dans l'*art. XXVI*, que les termes du second ordre qui dépendent de l'angle $2nt - 4n't + 2t - 4t'$, étoient fort sensibles dans les expressions du rayon vecteur & de la longitude de Saturne, à cause du très-petit diviseur $5n' - 2n$ qu'ils acquierent par les intégrations. Ces termes peuvent donner par leurs combinaisons avec l'équation du centre de cette planète, une inégalité sensible du troisième ordre, dépendante de l'angle $2nt - 3n't + 2t - 3t'$; c'est cette inégalité que nous allons déterminer.

Soit $H.\cos.(2nt - 4n't + 2t - 4t' + B)$, la partie de $\frac{\delta^2 r'}{a^2}$ qui dépend de l'angle $2nt - 4n't + 2t - 4t'$; le coefficient H renfermant le diviseur $5n' - 2n$. Si l'on n'a égard qu'aux termes du troisième ordre qui ont ce diviseur, & qui dépendent de l'angle $2nt - 3n't + 2t - 3t'$; l'équation (10) de l'*art. VII* donnera, en y changeant les coordonnées de Jupiter dans celles de Saturne, & réciproquement,

$$0 = \frac{\delta^2.(r'\delta r')}{a^2.\delta r^2} + \frac{\delta^2.r'\delta^2 r'}{a^2} - \frac{1}{2}.n'^2.e'.H \\ \cdot \cos.(2nt - 3n't + 2t - 3t' - \varpi' + B).$$

Partant,

$$\frac{r' \Delta r'}{a'^2} = \frac{-\frac{1}{2} \cdot n'^2 \cdot e' \cdot H}{(2n - 3n')^2 - n'^2} \\ \cdot \cos. (2nt - 3n't + 2\epsilon - 3\epsilon' - \varpi' + B).$$

La formule (9) du même *article*, transportée à Saturne, donne, en n'ayant égard qu'aux termes du même genre,

$$\Delta v' = \left[\frac{1}{2} + \frac{3n' \cdot (2n - 3n')}{(2n - 3n')^2 - n'^2} \right] \\ \cdot e' H \cdot \sin. (2nt - 3n't + 2\epsilon - 3\epsilon' - \varpi' + B);$$

or on a à très-peu près $2n = 5n'$; on aura donc
 $m \Delta v' = 2m \cdot H \cdot \frac{1}{4} e' \cdot \sin. (2nt - 3n't + 2\epsilon - 3\epsilon' - \varpi' + B);$
 mais on a, par l'*article XXXVII*,

$$2mH = 10^f 13''; B = 1^f 25^d 52' 19'';$$

on a d'ailleurs, par l'*article XXIX*,

$$\varpi' = 8^f 28^d 7' 24''; e' = 0, 056263;$$

on aura donc

$$m \Delta v' = 43'' \\ \cdot \cos. (2nt - 3n't + 2\epsilon - 3\epsilon' + 57^d 44' 55'').$$

Cette inégalité résulte des variations de l'excentricité & de l'aphélie de Saturne, qui dépendent de l'angle

$$5n't - 2nt + 5\epsilon' - 2\epsilon$$

en effet, nous avons vu dans l'*art. XXVIII*, que les inégalités du rayon vecteur & de la longitude de Saturne, qui ont pour argument, l'angle

$$2nt - 4n't + 2\epsilon - 4\epsilon',$$

pouvoient être considérées, comme étant dûes à ces variations; en sorte que si l'on nomme $\Delta e'$ & $\Delta \varpi'$, ces
 variations

variations de l'excentricité & de l'aphélie de Saturne;
la variation

$$- 2 \delta e' . \sin. (n' t + e' - \varpi') + 2 e' \delta \varpi' \\ . \cos. (n' t + e' - \varpi'),$$

du terme

$$- 2 e' . \sin. (n' t + e' - \varpi'),$$

qui exprime l'équation du centre de Saturne, est représentée par le terme

$$- 10' 13'' . \sin. (2 n t - 4 n' t + 2 e - 4 e' + 55^d 52' 19''),$$

que renferme la valeur de $m \delta v$.

La comparaison de ces deux quantités donne

$$2 \delta e' = 10' 13'' . \cos. (2 n t - 5 n' t + 2 e - 5 e' + \varpi' + 55^d 52' 19'') \\ - 2 e' \delta \varpi' = 10' 13'' . \sin. (2 n t - 5 n' t + 2 e - 5 e' + \varpi' + 55^d 52' 19'').$$

Maintenant, l'expression du mouvement elliptique renferme le terme

$$+ \frac{5}{4} e'^3 . \sin. (2 n' t + 2 e' - 2 \varpi'),$$

& la variation de ce terme est

$$\frac{5}{4} e' . \delta e' . \sin. (2 n' t + 2 e' - 2 \varpi') - \frac{5}{2} e'^2 . \delta \varpi' \\ . \cos. (2 n' t + 2 e' - 2 \varpi');$$

en substituant au lieu de $\delta e'$ & de $e' \delta \varpi'$ leurs valeurs, cette variation deviendra

$$\frac{5}{4} e' . 10' 13'' . \sin. (2 n t - 3 n' t + 2 e - 3 e' - \varpi' + 55^d 52' 19''),$$

ou

$$43'' . \cos. (2 n t - 3 n' t + 2 e - 3 e' + 57^d 44' 55'').$$

ce qui est l'inégalité que nous venons de déterminer.

Si l'on réunit cette inégalité à celle-ci

$$- 35'' . \cos. (2 n t - 3 n' t + 2 e - 3 e' + 27^d 30''),$$

Mém. 1786.

D d

210 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE
 que nous avons trouvée dans l'*art. XXXIV*, on aura pour
 la partie de $m \Delta v'$, qui dépend de l'angle

$$2nt - 3n't + 2t - 3t', \\
 m \Delta v' = -21'', 8. \sin. (2nt - 3n't \\
 + 2t - 3t' + 21^d 50' 35'').$$

L I.

CONSIDÉRONS enfin l'inégalité qui dépend de l'angle

$$nt - n't + t - t'.$$

Nous avons vu dans l'*art. XXII*, que les quantités indépen-
 dantes des excentricités des orbites, donnent dans l'expres-
 sion de $m \Delta v'$, une inégalité de cette nature, qui réduite
 en secondes, est égale à

$$+ 3'', 5. \sin. (nt - n't + t - t').$$

Pour en retrouver une semblable, il faut recourir aux
 quantités du second ordre. Ces quantités sont très-petites
 par elles-mêmes; mais comme le rayon vecteur de Saturne
 renferme une inégalité considérable du premier ordre, qui
 dépend de l'angle $nt - 2n't + t - 2t'$; cette iné-
 galité peut, en se combinant avec l'équation du centre de
 cette planète, donner un terme sensible dépendant de
 l'angle $nt - n't + t - t'$; c'est d'après cette consi-
 dération que nous allons le déterminer.

Reprenons pour cela l'équation (10) de l'*article VII*,
 en y changeant les coordonnées de Jupiter, dans celles de
 Saturne, & réciproquement; si l'on n'a égard qu'à la con-
 sidération précédente, on pourra négliger dans cette équa-
 tion, les termes $2 \int dR$, & $r' (\frac{\partial R}{\partial r'})$, ce qui la réduit
 à celle-ci,

$$0 = \frac{r^2 (r' \Delta r')}{\partial r'} + \frac{r'^2 \Delta r'^2}{\partial r'^2} . r' \Delta r'.$$

Si l'on ne considère dans $m \Delta r'$, que la partie qui dépend

de l'angle $nt - 2n't + e - 2e'$, & qui, par l'art. XXXIV, est égale à

$$0,0053605 \cdot \sin. (nt - 2n't + e - 2e' + 77^d 50' 46'').$$

on aura, en ne conservant que le terme qui dépend de l'angle $nt - n't + e - e'$,

$$0 = \frac{n \cdot \delta^2 (r' \delta r')}{a^2 \cdot \delta r'} + \frac{n^2 \cdot m r' \delta r'}{a^2} - \frac{n^2 \cdot e'}{a^2} \cdot 0,0053605$$

$$\cdot \sin. (nt - n't + e - e' - \varpi' + 77^d 50' 46'');$$

d'où l'on tire,

$$\frac{m r' \delta r'}{a^2} = \frac{-n^2}{n \cdot (n - 2n')} \cdot \frac{e'}{a^2} \cdot 0,0053605$$

$$\cdot \sin. (nt - n't + e - e' - \varpi' + 77^d 50' 46'').$$

Si l'on substitue cette valeur dans la formule (9) de l'art. VII, rapportée à Saturne, & que l'on néglige les quantités

$$3 a' \cdot \sin \delta t \cdot f d R, \text{ \& } 2 a' \cdot \sin n' \delta t \cdot r' \cdot \left(\frac{\partial R}{\partial r'} \right),$$

pour n'avoir égard qu'à ce qui dépend de la considération que nous venons de faire, on aura

$$m \delta v' = - \left[\frac{1}{2} + \frac{2n^2 \cdot (n - n')}{n \cdot (n - 2n')} \right] \cdot \frac{e'}{a^2} \cdot 0,0053605$$

$$\cdot \cos. (nt - n't + e - e' - \varpi' + 77^d 50' 46'');$$

or, on a à fort peu près $n = \frac{1}{2} n'$, partant

$$m \delta v' = - 18''.9 \cdot \cos. (nt - n't + e - e' - \varpi' + 77^d 50' 46'');$$

en réunissant cette inégalité à celle-ci

$$+ 3''.5 \cdot \sin. (nt - n't + e - e').$$

on aura, pour la partie entière de $m \delta v'$, qui dépend de l'angle $nt - n't + e - e'$,

$$m \delta v' = 20'' \cdot \sin. (nt - n't + e - e' + 69^d 38' 40'').$$

D d ij

NOUS allons maintenant reprendre les inégalités que nous avons déterminées, pour leur donner plus de précision. Nous avons d'abord négligé le terme de $\delta v'$, qui dépend de l'angle $3nt - 3n't + 3e - 3e'$, quoique nous l'eussions déterminé dans l'*art. XXXII*: en y ayant égard, il en résulte dans $m\delta v'$, l'inégalité

$$- 6'' . 6 . \sin. 3 (nt - n't + e - e').$$

On peut ensuite rendre plus exacte, l'inégalité dépendante de l'angle $2nt - 4n't + 2e - 4e'$, par les considérations suivantes. Par la méthode qui nous a conduit à cette inégalité, nous n'avons déterminé que les termes qui ont $5n' - 2n$ pour diviseur. Pour avoir égard aux autres, désignons par

$Q . \cos. (2nt - 4n't + 2e - 4e' + B)$, la partie de R qui dépend de l'angle $2nt - 4n't + 2e - 4e'$; la formule (10) de l'*article VIII* transportée à Saturne, donnera, en n'ayant égard qu'aux termes dépendans de cet angle,

$$\begin{aligned} 0 &= \frac{n' . (r' \delta r')}{a' . \delta r'} + \frac{n'^2 . r' \delta r'}{a'^2} - n'^3 . \frac{\delta r'}{a'} \\ &+ [2e' . \cos. (n't + e' - \varpi') - \frac{1}{4} e'^2 . \cos. (2n't + 2e' - 2\varpi')] \\ &+ n'^3 . [a'^3 . (\frac{\partial Q}{\partial a'}) - \frac{4n'}{n - 1n'} . a' Q] \\ &+ \cos. (2nt - 4n't + 2e - 4e' + B). \end{aligned}$$

La valeur de $\frac{\delta r'}{a'}$ dans les deux termes qui sont multipliés par l'excentricité & par son carré, ne doit renfermer que les quantités indépendantes des excentricités, & celles qui ne dépendent que de leurs premières puissances, puisqu'il nous n'avons égard ici qu'aux carrés & aux produits

deux à deux, des excentricités; on trouvera, cela posé, que la partie de l'équation différentielle précédente, qui est multipliée par $\frac{r' d' r'}{a^3}$, est insensible relativement à celle qui dépend de Q ; en la négligeant donc, on aura

$$\frac{r' d' r'}{a^3} = \frac{n^2}{(5n^2 - 2n) \cdot (2n - 3n')} \cdot \left[\frac{4n^2}{n - 2n'} \cdot a' Q - a^3 \cdot \left(\frac{\partial Q}{\partial a'} \right) \right] \\ \cdot \cos. (2nt - 4n't + 2t - 4t' + B);$$

& par conséquent

$$m d'v' = -2m \cdot \left\{ \begin{aligned} & \frac{n^2 \cdot (2n - 4n')}{(5n^2 - 2n) \cdot (2n - 3n')} \cdot \left[\frac{4n^2}{n - 2n'} \cdot a' Q - a^3 \cdot \left(\frac{\partial Q}{\partial a'} \right) \right] \\ & + \frac{6n^2}{(2n - 4n')^2} \cdot a^3 Q + \frac{n}{2n - 4n'} \cdot a^3 \cdot \left(\frac{\partial Q}{\partial a'} \right) \end{aligned} \right\} \\ \cdot \sin. (2nt - 4n't + 2t - 4t' + B).$$

Or, on a $2n = 5n' - \frac{n^2}{30}$; ce qui donne à fort peu-près

$$m d'v' = -2m \cdot \left\{ \begin{aligned} & \frac{n^2}{5n' - 2n} \cdot [8a' Q - a^3 \cdot \left(\frac{\partial Q}{\partial a'} \right)] \\ & + \frac{n^2}{30 \cdot (5n' - 2n)} \cdot [8a' Q - \frac{2}{3} a^3 \cdot \left(\frac{\partial Q}{\partial a'} \right)] \end{aligned} \right\} \\ \cdot \sin. (2nt - 4n't + 2t - 4t' + B).$$

La valeur de $m d'v'$, que donne la méthode de l'*art. XXVI*, est

$$\frac{-2n^2 m}{5n' - 2n} \cdot [8a' Q - a^3 \cdot \left(\frac{\partial Q}{\partial a'} \right)] \cdot \sin. (2nt - 4n't + 2t - 4t' + B);$$

on voit ainsi, qu'il faut augmenter cette valeur de $\frac{1}{30}$ à fort peu-près. Il faut l'augmenter encore, parce que B n'est pas rigoureusement constant; on a vu dans l'*art. XXVII*, qu'il est égal à $55^d 52' 19'' + i.42'',8834$; le diviseur $5n' - 2n$ se trouve par-là diminué d'environ $\frac{1}{37}$, & par conséquent l'inégalité est augmentée de la 35.^{me} partie.

L'accroissement total de cette inégalité est donc à-peu-près de $\frac{1}{16}$, ce qui la rend égale à

$$\text{--- } (10' 51'' \text{ --- } 1.0'', 0160698) \\ \text{sin. } (2nt - 4n't + 2t - 4t' + 55^d 52' 19'' + 1.42'', 8834).$$

Le coefficient de la même inégalité, dans l'expression du rayon vecteur, doit être augmenté à-peu-près dans le même rapport, ce qui donne pour l'expression de cette partie de $m \delta r'$,

$$\text{+ } 0.0150372 \\ \text{cos. } (2nt - 4n't + 2t - 4t' + 55^d 52' 19'' + 1.42'', 8834).$$

Quant à la grande inégalité de Saturne, elle répond si bien aux observations, que nous ne croyons pas devoir y toucher. Peut-être, après plusieurs siècles d'observations précises, on sera forcé de revenir sur cet objet & de pousser l'approximation plus loin, en ayant même égard aux carrés & au produit des masses perturbatrices; mais ces termes étant presque insensibles dans l'espace d'un siècle, & se confondant avec les élémens elliptiques du mouvement de Saturne, nous nous dispenserons de les considérer. Nous observerons seulement qu'il sera facile de les déterminer d'après cette considération, qu'ils ne peuvent devenir sensibles qu'au moyen des grandes inégalités déjà déterminées, & qui, en se combinant avec les termes dépendans des masses perturbatrices, peuvent en produire de sensibles parmi les termes dépendans des carrés & des produits de ces masses. Au reste, on donnera plus de précision aux inégalités de Saturne, si au lieu d'employer dans leurs argumens, les longitudes moyennes de Jupiter & de Saturne, on fait usage de ces longitudes corrigées par les deux grandes inégalités de ces planètes. Cela posé,

M. de Lambre ayant rectifié les élémens elliptiques de Jupiter & de Saturne, par la comparaison de cent trente-deux oppositions discutées avec le plus grand soin, j'en ai conclu les formules suivantes pour déterminer le lieu de Saturne.

LIII.

Formules pour déterminer le lieu de Saturne.

On déterminera la longitude moyenne $n't + \epsilon'$ de Saturne, rapportée à l'équinoxe fixe de 1750, en ajoutant à $7^{\circ} 21^d 20' 22''$, le moyen mouvement sydéral de Saturne, depuis le commencement de 1750, à raison de $12^d 12' 46''.6$, pour un intervalle de 365 jours. On pourra dans la détermination de cette longitude, faire usage des tables de Halley, réduites au méridien de Paris, en déterminant par ces tables, la longitude moyenne de Saturne, & en lui ajoutant la quantité,

$$53' 58'' - i. 34'', 88.$$

i étant le nombre des années Juliennes, écoulées depuis le commencement de 1750.

On déterminera pareillement la longitude moyenne $n't + \epsilon'$ de Jupiter, rapportée à l'équinoxe fixe de 1750, en ajoutant à $0^{\circ} 3^d 42' 29''$, le moyen mouvement sydéral de Jupiter, depuis le commencement de 1750, à raison de $30^d 19' 41''.5$ pour un intervalle de 365 jours. On pourra faire usage des tables de Halley, pour déterminer cette longitude, en calculant par ces tables, la longitude moyenne de Jupiter, & en lui ajoutant la quantité

$$- 22' 48'' - i. 56'', 63.$$

On déterminera ensuite ϕ' & ϕ , au moyen des équations

$$\phi' = n't + \epsilon' - (48' 44'' - i. 0'', 1)$$

$$\text{..fin.} (5n't - 2nt + 5\epsilon' - 2\epsilon + 5^d 34' 8'' - i. 58'', 88)$$

$$\phi = n't + \epsilon' + (20' 49'', 5 - i. 0'', 042733)$$

$$\text{..fin.} (5n't - 2nt + 5\epsilon' - 2\epsilon + 5^d 34' 8'' - i. 58'', 88);$$

enfin, on déterminera l'angle ω' par la formule

$$\omega' = 8^{\circ} 28^d 9' 7'' + i. 15'', 81975.$$

Cela posé, la longitude de Saturne comptée sur son orbite, de l'équinoxe mobile, sera

$$\begin{aligned}
 i. 50'', 25 + \varphi' - (23\ 184'', 3 - i. 1'', 1) \sin. (\varphi' - \varpi') \\
 + (8\ 14'', 1 - i. 0'', 077) \sin. 2 (\varphi' - \varpi') \\
 - 39'', 7 \sin. 3 (\varphi' - \varpi') \\
 + 2'', 2 \sin. 4 (\varphi' - \varpi') \\
 + 20'' \sin. (\varphi - \varphi' + 69^d\ 38'\ 40'') \\
 - 3\ 1'', 5 \sin. 2 (\varphi - \varphi') \\
 - 6'', 6 \sin. 3 (\varphi - \varphi') \\
 + 6'\ 59'', 3 \sin. (2\varphi' - \varphi + 15^d\ 0'\ 57'' - i. 14'', 2\ 15') \\
 - 2\ 1'', 8 \sin. (2\varphi - 3\varphi' + 2\ 1^d\ 50'\ 35'') \\
 + 1\ 1'' \cos. \varphi \\
 - 49'', 6 \sin. (3\varphi' - \varphi + 88^d\ 20'\ 19'') \\
 - 10'\ 5\ 1'' \sin. (2\varphi - 4\varphi' + 55^d\ 52'\ 19'' + i. 42'', 88\ 534).
 \end{aligned}$$

Le rayon vecteur de Saturne, sera

$$\begin{aligned}
 9,559709 + [0,535768 - i. 0,00002547] \cos. (\varphi' - \varpi') \\
 - 0,015047 \cos. 2 (\varphi' - \varpi') \\
 + 0,000636 \cos. 3 (\varphi' - \varpi') \\
 - 0,000032 \cos. 4 (\varphi' - \varpi') \\
 + 0,0081435 \cos. (\varphi - \varphi') \\
 + 0,0013830 \cos. 2 (\varphi - \varphi') \\
 + 0,0053605 \sin. (\varphi - 2\varphi' + 77^d\ 50'\ 46'') \\
 + 0,0150372 \cos. \left\{ \begin{array}{l} 2\varphi - 4\varphi' + 55^d\ 52'\ 19'' \\ + i. 42'', 88\ 534 \end{array} \right\}.
 \end{aligned}$$

La longitude du nœud ascendant de Saturne, rapportée à l'écliptique vraie & à l'équinoxe mobile, sera

$$3^f\ 21^d\ 30'\ 22'' + i. 3\ 1'', 6;$$

enfin

enfin l'inclinaison de son orbite sur l'écliptique vraie; sera

$$2^d 29' 55'' - i. 0'', 16.$$

Il sera facile, au moyen de ces formules, d'avoir la longitude & la latitude géocentrique de Saturne, pour un instant quelconque; elles servent de fondement aux nouvelles tables de cette planète, que M. de Lambre a construites; j'ai seulement changé, pour la commodité du calcul, le terme du rayon vecteur,

$$+ 0,0053605. \sin. (\phi - 2\phi' + 77^d 50' 46''),$$

dans celui-ci qui en diffère peu,

$$+ 0,0053605. \cos. (2\phi' - \phi + 15^d 0' 57'' - i. 14'', 215).$$

Par ce léger changement, les argumens du rayon vecteur deviennent les mêmes que ceux de la longitude. Les formules précédentes pourront être employées sans erreur sensible, dans l'intervalle d'un siècle, soit avant, soit après 1750. Pour des siècles éloignés, on fera usage de la méthode que nous avons donnée dans l'article XL, en observant que l'excentricité de Saturne étoit en 1750, égale à 0,0562226.

SECTION TROISIÈME.

Théorie de Jupiter.

L I V.

Nous suivrons, pour déterminer les inégalités de Jupiter, le même procédé qui nous a servi pour avoir les inégalités de Saturne. En substituant donc dans les expressions analytiques de u & de V de l'article IX, les valeurs numériques des élémens de Jupiter & de Saturne, que nous avons données dans l'article XXXIX, on trouve d'abord, en n'ayant égard qu'aux inégalités indépendantes des excentricités des orbites;

Mém. 1786.

E e

$$\frac{dr}{a} = -0,040043$$

$$+ 0,436670 \cdot \cos. (nt - n't + e - e')$$

$$- 1,869125 \cdot \cos. 2(nt - n't + e - e')$$

$$- 0,194915 \cdot \cos. 3(nt - n't + e - e')$$

$$- 0,050484 \cdot \cos. 4(nt - n't + e - e')$$

&c.

$$\delta v = -1,347117 \cdot \sin. (nt - n't + e - e')$$

$$+ 3,325964 \cdot \sin. 2(nt - n't + e - e')$$

$$+ 0,277593 \cdot \sin. 3(nt - n't + e - e')$$

$$+ 0,063847 \cdot \sin. 4(nt - n't + e - e')$$

&c.

Pour avoir égard aux inégalités dépendantes des excentricités des orbites, on fera i successivement égal à 1, 2, 3, &c. — 1, — 2, &c. dans les valeurs de u , & de V , de l'art. X. & l'on trouvera, dans la supposition de $t = 1$,

$$\frac{dr}{a} = 1,067001 \cdot e \cdot \cos. (n't + e' - \pi)$$

$$- 0,564614 \cdot e' \cdot \cos. (n't + e' - \pi')$$

$$\delta v = -2,912268 \cdot e \cdot \sin. (n't + e' - \pi)$$

$$+ 2,804214 \cdot e' \cdot \sin. (n't + e' - \pi')$$

dans la supposition de $i = 2$,

$$\frac{dr}{a} = 3,921972 \cdot e \cdot \cos. (2n't - nt + 2e' - e - \pi)$$

$$- 1,936758 \cdot e' \cdot \cos. (2n't - nt + 2e' - e - \pi')$$

$$\delta v = 46,831183 \cdot e \cdot \sin. (2n't - nt + 2e' - e - \pi)$$

$$- 16,383921 \cdot e' \cdot \sin. (2n't - nt + 2e' - e - \pi')$$

dans la supposition de $i = 3$,

$$\begin{aligned}\frac{dr}{a} &= 6,179689.e.\cos.(3n't - 2nt + 3e' - 2e - \varpi) \\ &\quad - 10,384318.e'.\cos.(3n't - 2nt + 3e' - 2e - \varpi') \\ \Delta v &= 15,042550.e.\sin.(3n't - 2nt + 3e' - 2e - \varpi) \\ &\quad - 24,582706.e'.\sin.(3n't - 2nt + 3e' - 2e - \varpi');\end{aligned}$$

dans la supposition de $i = 4$,

$$\begin{aligned}\frac{dr}{a} &= -1,689958.e.\cos.(4n't - 3nt + 4e' - 3e - \varpi) \\ &\quad + 2,781392.e'.\cos.(4n't - 3nt + 4e' - 3e - \varpi') \\ \Delta v &= -2,681615.e.\sin.(4n't - 3nt + 4e' - 3e - \varpi) \\ &\quad + 4,521536.e'.\sin.(4n't - 3nt + 4e' - 3e - \varpi').\end{aligned}$$

Je n'ai pas poussé plus loin les approximations relatives aux valeurs positives de i , parce que les termes suivans sont presque insensibles.

En faisant successivement $i = -1$, $i = -2$, &c. on trouve,

dans la supposition de $i = -1$,

$$\begin{aligned}\frac{dr}{a} &= -0,777084.e.\cos.(2nt - n't + 2e - e' - \varpi) \\ &\quad - 0,102748.e'.\cos.(2nt - n't + 2e - e' - \varpi'); \\ \Delta v &= 1,762156.e.\sin.(2nt - n't + 2e - e' - \varpi) \\ &\quad + 0,165032.e'.\sin.(2nt - n't + 2e - e' - \varpi');\end{aligned}$$

dans la supposition de $i = -2$,

$$\begin{aligned}\frac{dr}{a} &= 1,807069.e.\cos.(3nt - 2n't + 3e - 2e' - \varpi) \\ &\quad - 0,075906.e'.\cos.(3nt - 2n't + 3e - 2e' - \varpi') \\ \Delta v &= -4,357375.e.\sin.(3nt - 2n't + 3e - 2e' - \varpi) \\ &\quad + 0,102055.e'.\sin.(3nt - 2n't + 3e - 2e' - \varpi').\end{aligned}$$

Les suppositions suivantes donnent des résultats insensibles.

E e ij.

L V.

Si l'on multiplie par m' , chaque valeur de Δv ; que l'on réduise en un seul les deux termes de Δv correspondans à une même supposition sur i ; enfin si l'on évalue les coefficients de chaque terme, en secondes de degré; on trouvera en rassemblant tous ces termes,

$$\begin{aligned}
 m' \Delta v = & - 82^{\text{''}}, 737 . \sin. (nt - n't + \epsilon - \epsilon') \\
 & + 204^{\text{''}}, 272 . \sin. 2(nt - n't + \epsilon - \epsilon') \\
 & + 17^{\text{''}}, 049 . \sin. 3(nt - n't + \epsilon - \epsilon') \\
 & + 3^{\text{''}}, 921 . \sin. 4(nt - n't + \epsilon - \epsilon') \\
 & + 11^{\text{''}}, 558 . \sin. (n't + \epsilon' + 45^{\text{d}} 4') \\
 - & 138^{\text{''}}, 369 . \sin. (2n't - nt + 2\epsilon' - \epsilon + 13^{\text{d}} 33' 7'') \\
 - & 87^{\text{''}}, 369 . \sin. (3n't - 2nt + 3\epsilon' - 2\epsilon + 61^{\text{d}} 59' 48'') \\
 + & 15^{\text{''}}, 994 . \sin. (4n't - 3nt + 4\epsilon' - 3\epsilon + 62^{\text{d}} 51' 19'') \\
 - & 5^{\text{''}}, 358 . \sin. (2nt - n't + 2\epsilon - \epsilon' + 16^{\text{d}} 1' 27'') \\
 - & 12^{\text{''}}, 818 . \sin. (2n't - 3nt + 2\epsilon' - 3\epsilon + 8^{\text{d}} 30' 15'').
 \end{aligned}$$

Ces différentes inégalités ne sont pas les mêmes dans tous les siècles; leurs coefficients & les angles constans renfermés sous le signe $\sin.$ varient à raison de la variabilité des élémens des orbites de Jupiter & de Saturne. Les inégalités qui dépendent de l'angle $nt - n't + \epsilon - \epsilon'$, & de ses multiples, sont toujours les mêmes; nous n'aurons égard, parmi les autres inégalités, qu'aux variations des deux plus considérables. Pour cela j'ai calculé les valeurs de ces deux inégalités pour le commencement de l'an 1750, & j'ai trouvé d'abord que l'inégalité qui dépend de l'angle $2n't - nt + 2\epsilon' - \epsilon$, étoit alors

$$- 132^{\text{''}}, 816 . \sin. (2n't - nt + 2\epsilon' - \epsilon + 17^{\text{d}} 21' 46'');$$

ainsi, dans l'intervalle de mille ans, le coefficient de cette

inégalité a augmenté de $0^{\circ},00555$, & l'angle constant sous le signe sin. a diminué de $3^d 48' 39''$; on peut donc représenter cette inégalité, de cette manière,

$$- (138^{\circ},369 + i.0^{\circ},00555) . \sin. \left\{ \begin{array}{l} 2n^{\circ}t - nt + 2^{\circ}t - \epsilon \\ + 13^d 33' 7'' - i.13^{\circ},7 \end{array} \right\};$$

& sous cette forme, elle peut s'étendre à deux mille ans auparavant, & à mille ou douze cents ans après 1750.

J'ai trouvé de la même manière, que l'inégalité dépendante de l'angle $3n^{\circ}t - 2nt + 3^{\circ}t - 2^{\circ}t$, pouvoit être représentée ainsi

$$- (87^{\circ},369 - i.0^{\circ},00128) . \sin. \left\{ \begin{array}{l} 3n^{\circ}t - 2nt + 3^{\circ}t - 2^{\circ}t \\ + 61^d 59' 48'' - i.21^{\circ},9 \end{array} \right\}.$$

L V I.

CONSIDÉRONS maintenant les inégalités de Jupiter dépendantes des carrés & des puissances supérieures des excentricités & des inclinaisons des orbites. On a vu d'abord dans l'*art. XXXVI*, qu'il faut corriger la longitude moyenne de Jupiter, au moyen de l'inégalité

$$(20^{\circ} 49',5 - i.0^{\circ},042733) . \sin. \left\{ \begin{array}{l} 5n^{\circ}t - 2nt + 5^{\circ}t - 2^{\circ}t \\ + 5^d 34' 8'' - i.53^{\circ},88 \end{array} \right\};$$

& comme nous avons donné, dans l'*art. XXV*, la valeur de cette inégalité pour Saturne, aux quatre époques de l'an 228 avant notre ère, & des années 132, 1750 & 1950; on aura la même inégalité pour Jupiter, en diminuant celle de Saturne dans le rapport de 3 à 7, & en la prenant avec un signe contraire.

Si l'on réduit en nombres, l'inégalité de Jupiter dépendante de l'angle $3n^{\circ}t - 5n^{\circ}t + 3^{\circ}t - 5^{\circ}t$, & dont nous avons donné l'expression analytique, dans l'*art. XXV*; on trouve que cette inégalité en 1750, étoit

$$+ 160^{\circ},29 . \sin. (3n^{\circ}t - 5n^{\circ}t + 3^{\circ}t - 5^{\circ}t + 55^d 19' 21'');$$

en calculant cette même inégalité pour l'an 750, j'en ai conclu l'expression suivante

$$+ (160^{\text{''}}, 29 - i.0,0044) . \sin. \left\{ 3nt - 5n't + 3\epsilon - 5\epsilon' \right. \\ \left. + 55^{\text{d}} 19' 21 + i.43^{\text{''}} \right\};$$

& sous cette forme, elle peut s'étendre à plus de deux mille ans auparavant, & à mille ou douze cents ans après 1750.

Enfin, en suivant l'analyse de l'*art. LII*, on trouve qu'il faut augmenter de $\frac{1}{2\pi}$, le coefficient $160^{\text{''}}, 29$; ce qui réduit l'inégalité précédente à celle-ci

$$(166^{\text{''}}, 96 - i.0^{\text{''}}, 0044) . \sin. \left\{ 3nt - 5n't + 3\epsilon - 5\epsilon' \right. \\ \left. + 55^{\text{d}} 19' 21^{\text{''}} + i.43^{\text{''}} \right\}.$$

L V I I.

PARMI les quantités du second ordre, l'inégalité dépendante de l'angle $3n't - nt + 3\epsilon' - \epsilon$, peut être sensible à cause de la longueur de sa période qui est d'environ soixante ans; il importe donc de la déterminer. Pour cela, je reprends l'équation (10) de l'*art. VII*, & je suppose que $Q . \cos. (3n't - nt + 3\epsilon' - \epsilon + A)$ soit un terme de R , dépendant de l'angle dont il s'agit; l'équation (10) donnera

$$0 = \frac{2^{\text{''}} . (r \delta r)}{a^2 \delta t^2} + \frac{n^2 r \delta r}{a^2} - n^2 . \frac{\delta r}{a} \\ . [2\epsilon . \cos. (nt + \epsilon - \pi) - \frac{1}{2}\epsilon^2 . \cos. 2 . (nt + \epsilon - \pi)] \\ + n^2 . [a^2 . (\frac{\partial Q}{\partial a}) - \frac{2naQ}{3a' - a}] \\ . \cos. (3n't - nt + 3\epsilon' - \epsilon + A).$$

Il faut substituer pour $\frac{\delta r}{a}$, la partie de sa valeur, qui, multipliée par

$$2\epsilon . \cos. (nt + \epsilon - \pi) - \frac{1}{2}\epsilon^2 . \cos. 2 (nt + \epsilon - \pi),$$

donne des quantités dépendantes de l'angle

$$3 n' t - n t + 3 \epsilon' - \epsilon;$$

or parmi les termes de $\frac{dr}{a}$, qui sont indépendans des excentricités, il n'y a que celui qui est relatif à l'angle

$$3 n' t - 3 n t + 3 \epsilon' - 3 \epsilon$$

qui soit dans ce cas; & il est aisé de voir que le terme dépendant de l'angle $3 n' t - n t + 3 \epsilon' - \epsilon$, qui en résulte dans l'équation différentielle précédente, est insensible.

Parmi les termes de $\frac{dr}{a}$, qui dépendent des premières puissances des excentricités, il faut avoir égard à celui qui dépend de l'angle $3 n' t - 2 n t + 3 \epsilon' - 2 \epsilon$, & que l'on trouve égal à

$$-0,598370 \cdot \sin.(3 n' t - 2 n t + 3 \epsilon' - 2 \epsilon + 7^d 8' 31'");$$

l'équation différentielle précédente donnera ainsi, après l'avoir intégrée:

$$\begin{aligned} \frac{r dr}{a^2} &= \frac{n^2}{3 n' \cdot (2 n - 3 n')} \cdot e \cdot 0,598370 \\ &\cdot \sin.(3 n' t - n t + 3 \epsilon' - \epsilon - \varpi + 7^d 8' 31'') \\ &- \frac{n^2}{3 n' \cdot (2 n - 3 n')} \cdot \left[a^2 \left(\frac{\partial Q}{\partial a} \right) - \frac{2 n a Q}{3 n' - n} \right] \\ &\cdot \cos.(3 n' t - n t + 3 \epsilon' - \epsilon + A). \end{aligned}$$

En substituant cette valeur dans la formule (9) de l'article VII, on en tirera

$$\begin{aligned} \Delta v &= \left[\frac{2 n \cdot (3 n' - n)}{3 n' \cdot (2 n - 3 n')} - \frac{1}{2} \right] \cdot e \cdot 0,598370 \\ &\cdot \cos.(3 n' t - n t + 3 \epsilon' - \epsilon - \varpi + 7^d 8' 31'') \\ &+ \left\{ 2 a^2 \cdot \left(\frac{\partial Q}{\partial a} \right) \cdot \left[\frac{n \cdot (3 n' - n)}{3 n' \cdot (2 n - 3 n')} + \frac{n}{3 n' - n} \right] \right. \\ &\quad \left. - a Q \cdot \left[\frac{3 n^2}{(3 n' - n)^2} + \frac{4 n^2}{3 n' \cdot (2 n - 3 n')} \right] \right\} \\ &\cdot \sin.(3 n' t - n t + 3 \epsilon' - \epsilon + A); \end{aligned}$$

$$\Delta v = [10,04712 \cdot a^3 \left(\frac{\partial Q}{\partial a} \right) - 73,47607 Q] \\ \cdot \sin. (3 n' t - n t + 3 \epsilon' - \epsilon + A).$$

J'ai donné dans l'*art. XLIX*, les valeurs de Q & de A ; en les substituant dans la valeur précédente de Δv , on trouve

$$m' \Delta v = -12'',909 \cdot \sin. (3 n' t - n t + 3 \epsilon' - \epsilon - \varpi - \varpi') \\ + 2'',667 \cdot \sin. (3 n' t - n t + 3 \epsilon' - \epsilon - 2 \varpi) \\ + 11'',253 \cdot \sin. (3 n' t - n t + 3 \epsilon' - \epsilon - 2 \varpi'); \\ \& \text{ par conséquent}$$

$$m' \Delta v = 13'',043 \cdot \sin. (n t - 3 n' t + \epsilon - 3 \epsilon' + 58^d 31' 0'').$$

Enfin, en suivant l'analyse de l'*art. L*, on trouvera dans $m' \Delta v$, le terme

$$- \frac{1}{4} e \cdot 166'',96 \cdot \sin. (4 n t - 5 n' t + 4 \epsilon - 5 \epsilon' + 55^d 19' 21'' - \varpi), \\ \text{ou} \\ 10'',0 \cdot \sin. (4 n t - 5 n' t + 4 \epsilon - 5 \epsilon' + 45^d 16' 32'').$$

L V I I I.

EN rassemblant tous les termes de $m' \Delta v$, on aura

$$m' \Delta v = -82'',737 \cdot \sin. (n t - n' t + \epsilon - \epsilon') \\ + 204'',272 \cdot \sin. 2 \cdot (n t - n' t + \epsilon - \epsilon') \\ + 17'',049 \cdot \sin. 3 \cdot (n t - n' t + \epsilon - \epsilon') \\ + 3'',921 \cdot \sin. 4 \cdot (n t - n' t + \epsilon - \epsilon') \\ + 11'',558 \cdot \sin. (n' t + \epsilon' + 45^d 4') \\ - (138'',369 + i,0'',00555) \\ \cdot \sin. (2 n' t - n t + 2 \epsilon' - \epsilon + 13^d 33' 7'' - l, 13'',7) \\ - (87'',369 - i,0'',00128) \\ \cdot \sin. (3 n' t - 2 n t + 3 \epsilon' - 2 \epsilon + 61^d 59' 48'' - i, 21'',9) \\ + 15'',994 \cdot \sin. (4 n' t - 3 n t + 4 \epsilon' - 3 \epsilon + 62^d 51' 19'').$$

$$\begin{aligned}
& - 5^{\text{''}},358 . \sin . (2 n t - n' t + 2 \epsilon - \epsilon' + 16^{\text{d}} 1' 27'') \\
& - 12^{\text{''}},818 . \sin . (2 n' t - 3 n t + 2 \epsilon' - 3 \epsilon + 8^{\text{d}} 30' 15'') \\
& + (166^{\text{''}},96 - i . 0^{\text{''}},0044) \\
& . \sin . (3 n t - 5 n' t + 3 \epsilon - 5 \epsilon' + 55^{\text{d}} 19' 21'' + i . 43'') \\
& + 13^{\text{''}},043 . \sin . (n t - 3 n' t + \epsilon - 3 \epsilon' + 58^{\text{d}} 31' 0'') \\
& + 10^{\text{''}},0 . \sin . (4 n t - 5 n' t + 4 \epsilon - 5 \epsilon' + 45^{\text{d}} 16' 32'').
\end{aligned}$$

Il sera plus exact dans ces différens argumens, de substituer au lieu de $n t + \epsilon$, & de $n' t + \epsilon'$, les longitudes moyennes corrigées par les grandes inégalités de Jupiter & de Saturne, ainsi que nous l'avons proposé dans l'*art. LII*, relativement à Saturne.

L I X.

CONSIDÉRONS maintenant le rayon vecteur de Jupiter.

Si l'on multiplie par $a m'$, les termes de $\frac{dr}{a}$, déterminés dans les *articles LIV & LV*; que l'on réduise dans un seul, ceux qui peuvent s'y réduire, & que l'on ne conserve que les termes dont l'effet est sensible sur le lieu géocentrique de Jupiter; on trouvera

$$\begin{aligned}
m' dr = & - 0,00006201 \\
& + 0,00067648 . \cos . (n t - n' t + \epsilon - \epsilon') \\
& - 0,00289562 . \cos . 2(n t - n' t + \epsilon - \epsilon') \\
& - 0,000301960 . \cos . 3(n t - n' t + \epsilon - \epsilon') \\
& - 0,00007821 . \cos . 4(n t - n' t + \epsilon - \epsilon') \\
& - 0,00092700 . \sin . \left\{ \begin{array}{l} 2 n t - 3 n' t + 2 \epsilon - 3 \epsilon' \\ + 27^{\text{d}} 14' 10'' \end{array} \right\}.
\end{aligned}$$

On aura ensuite par l'*article XXV*, la partie de $m' \cdot \frac{dr}{a}$, qui dépend de l'angle $3 n t - 5 n' t + 3 \epsilon - 5 \epsilon'$; en rédui-

Mém. 1786.

F f

tant en parties du rayon, la moitié du coefficient du terme

$$+ 166^{\circ}.96. \sin. \left\{ \begin{array}{l} 3^{nt} - 5^{nt} + 3^t - 5^t \\ + 55^d 19' 21'' + i. 43'' \end{array} \right\} ;$$

de l'expression de v ; en la prenant avec le signe — & en changeant le sinus en cosinus; on aura ainsi

$$- 0,00210568. \cos. \left\{ \begin{array}{l} 3^{nt} - 5^{nt} + 3^t - 5^t \\ + 55^d 19' 21'' + i. 43'' \end{array} \right\} ,$$

pour la partie correspondante de $m^s \Delta r$. Il faut, pour une plus grande exactitude, substituer dans ces différens termes de l'expression de $m^s \Delta r$, au lieu de $nt + t$ & de $n^s t + t^s$, les longitudes moyennes corrigées par les grandes inégalités.

On déterminera le demi-grand axe a de l'orbite de Jupiter, comme nous avons déterminé dans l'article XL, le demi-grand axe a' de l'orbite de Saturne, & l'on trouvera

$$a = 5,202790.$$

L X.

IL ne s'agit plus que d'avoir les élémens elliptiques de l'orbite de Jupiter. Le plus important à déterminer avec exactitude, est son moyen mouvement sydéral; M. de Lambre a formé pour cet objet, trente-deux équations de condition, analogues à celles que j'ai données dans l'article XLIII, pour Saturne; elles sont relatives aux oppositions des années

1586, 1590, 1664, 1666, 1676, 1678, 1682, 1690,
1694, 1697, 1699, 1702, 1708, 1711, 1716, 1721,
1735, 1738, 1740, 1749, 1752, 1756, 1759, 1761,
1765, 1767, 1768, 1770, 1777, 1780, 1782, 1785.

Ces oppositions combinées deux à deux, & dont les seize premières sont respectivement éloignées des seize dernières, de cinq, de dix & de quinze révolutions de Jupiter, m'ont fait voir qu'il faut diminuer de $0^{\circ},5179$ le moyen mouvement sydéral de cette planète, donné dans l'article *XXIX*; ainsi ce mouvement, dans l'intervalle de trois cents soixante-cinq jours, est à très-peu-près de $30^{\circ} 19' 41'',5$, ou de $109181'',5$; & comme il est donné par un grand nombre d'observations éloignées entre elles, il doit être regardé comme fort exact. En corrigeant ensuite les autres élémens de l'orbite elliptique de Jupiter, au moyen des oppositions modernes discutées avec le plus grand soin par M. de Lambre, je suis parvenu aux formules suivantes pour déterminer le lieu de Jupiter.

L X I.

Formules pour déterminer le lieu de Jupiter.

ON déterminera d'abord les valeurs de ϕ & de ϕ' , comme dans l'article *LIII*; ensuite on déterminera l'angle ω , par la formule

$$\omega = 6^{\circ} 10' 21'' 4'' + 1.6'',48092,$$

i étant toujours le nombre des années Juliennes écoulées depuis 1750; la longitude de Jupiter comptée sur son orbite, de l'équinoxe mobile, sera

$$\begin{aligned} 1.50'',25 + \phi &= [19827'',3 + 1.0'',5536] \cdot \sin. (\phi - \omega) \\ &+ [595'',4 + 1.0'',033] \cdot \sin. 2. (\phi - \omega) \\ &- 24'',8 \cdot \sin. 3. (\phi - \omega) \\ &+ 1'',2 \cdot \sin. 4. (\phi - \omega) \\ &- 82'',7 \cdot \sin. (\phi - \phi') \\ &+ 204'',3 \cdot \sin. 2. (\phi - \phi') \\ &+ 17'',0 \cdot \sin. 3. (\phi - \phi') \\ &+ 3'',9 \cdot \sin. 4. (\phi - \phi') \\ &+ 11'',6 \cdot \sin. (\phi' + 45^{\circ} 4'). \end{aligned}$$

Ff ij

$$\begin{aligned}
& - 13^{\text{h}} 8', 4. \text{fin. } (2 \phi' - \phi + 13^{\text{d}} 33' 7'' - i. 13'', 7) \\
& - 87'', 4. \text{fin. } (3 \phi' - 2 \phi + 61^{\text{d}} 59' 48'' - i. 21'', 9) \\
& + 16'', 0. \text{fin. } (4 \phi' - 3 \phi + 62^{\text{d}} 51' 19'') \\
& - 5'', 4. \text{fin. } (2 \phi - \phi' + 16^{\text{d}} 1' 27'') \\
& - 12'', 8. \text{fin. } (2 \phi' - 3 \phi + 8^{\text{d}} 30' 15'') \\
& + 167'', 0. \text{fin. } (3 \phi - 5 \phi' + 55^{\text{d}} 19' 21'' + i. 43'') \\
& + 13'', 0. \text{fin. } (\phi - 3 \phi' + 58^{\text{d}} 31' 0'') \\
& + 10'', 0. \text{fin. } (4 \phi - 5 \phi' + 45^{\text{d}} 16' 32'').
\end{aligned}$$

Le rayon vecteur de Jupiter, sera

$$\begin{aligned}
& 5,208741 + (0,249916 + i. 0,000006982). \text{col. } (\phi - \pi) \\
& - 0,006004. \text{col. } 2. (\phi - \pi) \\
& + 0,000217. \text{col. } 3. (\phi - \pi) \\
& - 0,000009. \text{col. } 4. (\phi - \pi) \\
& + 0,00067648. \text{col. } (\phi - \phi') \\
& - 0,00289562. \text{col. } 2. (\phi - \phi') \\
& - 0,00030196. \text{col. } 3. (\phi - \phi') \\
& - 0,00007821. \text{col. } 4. (\phi - \phi') \\
& - 0,00092700. \text{fin. } (2 \phi - 3 \phi' + 27^{\text{d}} 14' 10'') \\
& - 0,00210568. \text{col. } (3 \phi - 5 \phi' + 55^{\text{d}} 19' 21'' + i. 43'').
\end{aligned}$$

La longitude du nœud ascendant de Jupiter, rapportée à l'écliptique vraie & à l'équinoxe mobile, sera

$$3^{\text{h}} 7^{\text{d}} 54' 22'' + i. 35'', 7$$

enfin l'inclinaison de son orbite sur l'écliptique vraie, sera

$$1^{\text{d}} 19' 2'' - i. 0'', 224.$$

Il sera facile, au moyen de ces formules, d'avoir la longitude & la latitude géocentrique de Jupiter, pour un

instant quelconque; elles servent de fondement aux nouvelles tables de cette planète que M. de Lambre a construites: j'ai seulement changé, pour la commodité du calcul, le terme du rayon vecteur

— $0,00092700 \cdot \sin. (2 \varphi - 3 \varphi' + 27^d 14' 10'')$,
dans celui-ci qui en diffère très-peu,

— $0,00092700 \cdot \cos. (3 \varphi' - 2 \varphi + 61^d 59' 48'' - i. 21'',9)$;

par ce léger changement, les argumens du rayon vecteur deviennent les mêmes que ceux de la longitude.

L X I I.

Comparaison de la Théorie de Jupiter, avec les observations anciennes.

LES formules de l'art. précédent, ne doivent s'étendre qu'à un ou deux siècles avant & après 1750. Pour comparer la théorie de Jupiter aux observations anciennes, il faut employer la méthode que nous avons donnée dans l'art. XL, relativement à Saturne. Cette méthode consiste, 1.^o à déterminer par les formules de l'art. XXXI, les positions de l'aphélie & des nœuds de Jupiter, pour l'instant de l'observation, & rapportées à l'équinoxe fixe de 1750, ainsi que les valeurs de l'excentricité & de l'inclinaison de son orbite, en observant que l'excentricité e de Jupiter en 1750, étoit; 0,0480767; 2.^o à calculer les longitudes moyennes de Jupiter & de Saturne, rapportées au même équinoxe, & les deux grandes inégalités de ces planètes, ce qui donnera les valeurs de φ & de φ' ; 3.^o à déterminer les deux angles X & Y , au moyen des formules

$$\varphi - \varphi' = X + e \cdot \sin. X$$

$$\text{tang. } \frac{1}{2} Y = \sqrt{\frac{1-e}{1+e}} \cdot \text{tang. } \frac{1}{2} X;$$

la longitude vraie de Jupiter sur son orbite, sera $Y + \sigma$, plus la somme des équations de son mouvement en longitude, & dont la loi des variations a été déterminée pour les plus considérables; 4.^o à déterminer le rayon vecteur de Jupiter, en ajoutant à la quantité $a(1 + e \cos X)$, la somme des petites équations de ce rayon; 5.^o à réduire la longitude de Jupiter & son rayon vecteur, au plan fixe de l'écliptique de 1750, & à en conclure sa longitude géocentrique rapportée à ce plan; 6.^o enfin, à comparer au résultat de ce calcul, l'observation ancienne, réduite au même plan & à l'équinoxe de 1750; cela posé:

Considérons d'abord l'observation chaldéenne de Jupiter, faite l'an 240 avant notre ère, & rapportée dans l'Almageste de Ptolémée. Suivant cette observation, le 3 Septembre de l'an 240 avant notre ère, à 13^h 45' temps moyen à Paris, Jupiter parut occulter l'étoile nommée *l'étoile austral*. Suivant le catalogue de M. l'Abbé de la Caille, la longitude de cette étoile étoit, au commencement de 1750, de 4^h 5^d 13' 46"; cette étoile ne paroît pas avoir varié depuis Hipparque jusqu'à nos jours; nous pouvons donc supposer sans erreur sensible, que l'an 240 avant notre ère, à 13^h 45', la longitude géocentrique de Jupiter étoit de 4^h 5^d 13' 46"; voyons ce qu'elle devoit être suivant notre théorie.

Je trouve d'abord pour l'époque de l'observation;

$$n t + e = 3^{\text{f}} 20^{\text{d}} 42' 32'',6$$

$$n' t + e' = 1^{\text{f}} 9^{\text{d}} 33' 59'',$$

ce qui donne — 15' 25'',9 pour la grande inégalité de Saturne, & + 6' 36'',6 pour celle de Jupiter, & par conséquent

$$\varphi = 3^{\text{f}} 20^{\text{d}} 49' 13'',0$$

$$\varphi' = 1^{\text{f}} 9^{\text{d}} 18' 34'';$$

j'ai trouvé ensuite pour la même époque,

$$\varpi = 6^{\circ} 6' 58'' 29''$$

$$e = 0,0452960;$$

d'où j'ai conclu

$$Y + \varpi = 3^{\circ} 25' 47'' 7''.$$

J'ai trouvé $+ 2' 6''$ pour la somme des petites équations de Jupiter; ainsi la longitude de cette planète, rapportée à son orbite & à l'équinoxe fixe de 1750, étoit $3^{\circ} 25' 49' 13''$. Le rayon vecteur de Jupiter étoit alors 5,27341, celui du Soleil étoit 0,99823; la longitude du Soleil rapportée à l'équinoxe de 1750, étoit de $6^{\circ} 4' 59' 59''$, d'où j'ai conclu la parallaxe de l'orbite annuel, égale à $9' 24' 46''$. Enfin j'ai trouvé la réduction à l'écliptique de 1750, égale à $- 18''$, ce qui donne pour la longitude géocentrique de Jupiter, rapportée à l'écliptique & à l'équinoxe fixe de 1750, $4^{\circ} 5' 13' 41''$. La longitude observée étoit de $4^{\circ} 5' 13' 46''$; ainsi la différence de la théorie d'avec l'observation, n'est que de $5''$. Cet accord remarquable établit invinciblement l'uniformité du moyen mouvement de Jupiter; il fait voir que l'équation séculaire admise par les Astronomes, dans la théorie de cette Planète, en doit être rejetée.

L X I I I.

CONSIDÉRONS maintenant les observations de Jupiter, faites par Ptolémée, & rapportées dans son Almageste. M. de Cassini en a donné le détail dans ses *Éléments d'Astronomie*: voici ces observations réduites au méridien de Paris.

L'an 133 de notre ère, le 17 Mai, à $9^{\text{h}} 8'$, temps moyen à Paris, la longitude géocentrique de Jupiter étoit, suivant Ptolémée, de $7^{\circ} 23' 11''$.

L'an 136, 31 Août, à $8^{\text{h}} 8'$, elle étoit de $11^{\circ} 7' 54''$.

L'an 137, 7 Octobre, à $15^{\text{h}} 8'$, elle étoit de $0^{\circ} 14' 23''$.

Enfin, l'an 139, 10 Juillet, à $15^{\text{h}} 8'$, elle étoit de $2^{\circ} 15' 45''$.

232 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE

Ces observations doivent être corrigées comme celles de Saturne l'ont été dans l'*art. XLVIII*, en les réduisant d'abord à l'équinoxe du 16 Septembre de l'an 128 avant notre ère ; pour cela , il faut en retrancher le produit du nombre des années écoulées depuis cette époque, jusqu'à l'instant de chaque observation, par 36", précession annuelle des équinoxes, suivant Ptolémée. Ces longitudes géocentriques deviendront ainsi :

$$\begin{array}{r} 7^{\circ} 20^d 34' 37'' \\ 11^{\circ} 5^d 15' 39'' \\ 0^{\circ} 11^d 44' 0'' \\ 2^{\circ} 13^d 4' 55''. \end{array}$$

Pour les réduire à l'équinoxe fixe de 1750, il faut leur ajouter, par l'*art. XLVIII*, 26^d 9' 25" ; ce qui les change dans celles-ci :

$$\begin{array}{r} 8^{\circ} 16^d 44' 2'' \\ 0^{\circ} 1^d 25' 4'' \\ 11^{\circ} 7^d 53' 25'' \\ 3^{\circ} 9^d 14' 20''. \end{array}$$

En calculant les longitudes géocentriques de Jupiter pour les mêmes instans, j'ai trouvé les suivantes :

$$\begin{array}{r} 8^{\circ} 16^d 50' 50'' \\ 0^{\circ} 1^d 41' 24'' \\ 11^{\circ} 8^d 8' 52'' \\ 3^{\circ} 9^d 9' 34''. \end{array}$$

Ainsi les différences de la théorie d'avec les observations de Ptolémée, sont respectivement

$$\begin{array}{l} \pm 6' 48'', \pm 16' 20'', \pm 15' 27'', = 4' 46''. \\ \text{Ou} \end{array}$$

On ne doit point désirer un plus grand accord, si l'on considère l'imperfection de ces observations, & l'incertitude des réductions dont nous avons fait usage pour les rapporter à l'équinoxe de 1750. En général, les observations anciennes, celles même d'Hipparque, comportent des erreurs de 15', & il paroît que Ptolémée observoit avec moins de précision encore; car ses observations sur les étoiles, comparées à celles d'Hipparque, lui ont donné 36" de précession annuelle des équinoxes; ce qui suppose des erreurs considérables dans ces observations.

Nous avons encore une observation ancienne de Jupiter, que Bouillaud a tirée d'un manuscrit de la Bibliothèque du Roi. Suivant cette observation réduite à nos époques, le 26 Septembre de l'an 508 de notre ère, à 16^e temps moyen à Paris, la longitude de Jupiter parut la même que celle de *Regulus* ou du Cœur du Lion.

En calculant par nos formules, la longitude géocentrique de Jupiter pour le même instant, & rapportée à l'équinoxe de 1750, je l'ai trouvée égale à 4^e 26^d 27' 26^d. Voyons quelle étoit la longitude de *Regulus* rapportée au même équinoxe.

Suivant le catalogue de M. l'Abbé de la Caille, la longitude de *Regulus*, au commencement de 1750, étoit 4^e 26^d 21' 12"; mais M. Maskeline a trouvé que cette étoile a un mouvement propre de — 41" par siècle, en ascension droite, & par conséquent de — 42",5 environ, en longitude; il faut donc ajouter à la longitude précédente, le produit de 42",5 par le nombre de siècles écoulés depuis l'instant de l'observation de Jupiter, jusqu'en 1750, pour avoir la longitude de *Regulus* à cet instant. On aura ainsi 4^e 26^d 30' 0", pour cette longitude. La théorie ne diffère donc de l'observation que de 2' 37", ce qui est d'une précision suffisante, & ce qui prouve l'exactitude des éléments dont nous avons fait usage dans la théorie de Jupiter.

Mém. 1786.

G g

*FAUTES essentielles à corriger dans la Théorie précédente
de Jupiter & de Saturne.*

QUOIQUE ces fautes aient déjà été corrigées, dans l'Errata du volume précédent de nos Mémoires, j'ai cru devoir rapporter ici ces corrections essentielles.

Page 76, ligne 10, au lieu de $\frac{m' n' T}{4}$, lisez $\frac{m' n' T}{2}$.

Ibidem, ligne 12, au lieu de $\frac{m' n' T}{4}$, lisez $\frac{m' n' T}{2}$.

Page 113, ligne antipénultième, au lieu de $\frac{b^{\frac{1}{2}}}{a'}$, lisez $\frac{b^{\frac{1}{2}}}{a'^{\frac{1}{2}}}$.

Ibidem, ligne dernière, au lieu de $\frac{m' n' T}{4} \cdot b^{\frac{1}{2}}$, lisez $\frac{m' n' T}{4} \cdot a \cdot b^{\frac{1}{2}}$.

Page 114, ligne 2, au lieu de

$$\overline{[1,0]} = \frac{m' n' T}{2 a'} \cdot [(1 + a') \cdot b^{\frac{1}{2}} - 3 b^{\frac{0}{2}}],$$

lisez

$$\overline{[1,0]} = \frac{m' n' T}{2} \cdot [(1 + a') \cdot b^{\frac{1}{2}} - 3 a \cdot b^{\frac{0}{2}}].$$



SUR L'ÉQUATION SÉCULAIRE

DE LA LUNE.

Par M. DE LA PLACE.

HALLEY s'est aperçu le premier, de l'accélération du moyen mouvement de la Lune; mais ce grand Astronome n'y a point eu égard dans ses tables. M.^{rs} Dunthorne & Mayer ont examiné de nouveau ce point important de la théorie lunaire: par une discussion exacte & détaillée des observations, ils ont reconnu que le même moyen mouvement de la Lune ne peut satisfaire à la fois aux observations des Chaldéens, à celles des Arabes, & aux observations modernes. Ils ont essayé de les représenter, en ajoutant aux longitudes moyennes de ce satellite, une quantité proportionnelle au carré du nombre des siècles écoulés depuis 1700. Cette correction qui suppose que le mouvement de la Lune s'accélère en raison des temps, est ce que l'on nomme *équation séculaire*. M. Dunthorne l'a faite de dix secondes pour le premier siècle; Mayer ne l'a portée qu'à sept secondes dans ses premières tables de la Lune, & à neuf secondes dans les dernières; enfin M. de la Lande a repris cette matière & l'a discutée avec soin dans nos Mémoires pour 1757; ses recherches l'ont conduit à une équation séculaire de 9",886 pour le premier siècle.

Les observations Arabes, dont on a principalement fait usage, sont deux éclipses de Soleil observées au Caire, en 977 & 978: elles ont paru suspectes à quelques Astronomes, ce qui a fait naître des doutes sur l'équation séculaire de la Lune; mais les observations modernes comparées aux anciennes, suffisent pour en établir l'existence. En effet, M. de Lambre a déterminé, au moyen d'un grand nombre d'observations du dernier siècle & de celui-ci, le mouvement séculaire actuel de la Lune, avec une précision qui

G g ij

laisse à peine une incertitude de quelques secondes ; il ne l'a trouvé que de vingt-cinq secondes environ plus petit que celui de Mayer, tandis que les observations anciennes s'accordent à donner un mouvement séculaire moindre de trois ou quatre minutes. Le mouvement de la Lune s'est donc accéléré depuis les Chaldéens ; & les observations arabes faites dans l'intervalle qui nous en sépare, venant à l'appui de ce résultat, il est impossible de le révoquer en doute.

Maintenant, quelle est la cause de ce phénomène ? la gravitation universelle qui nous a fait connoître si exactement les nombreuses inégalités de la Lune, rend-elle également raison de son équation séculaire ? Ces questions sont d'autant plus intéressantes à résoudre, que si l'on y parvient, on aura la loi des variations séculaires du mouvement de la Lune, qui nous est encore inconnue ; car on sent bien que l'hypothèse d'une accélération proportionnelle aux temps, admise par les Astronomes, n'est qu'approchée, & ne doit point s'étendre à un temps illimité.

Les Géomètres se sont fort occupés de cet objet, & l'Académie en a fait plusieurs fois le sujet de ses Prix ; mais les recherches que l'on a tentées à cet égard, n'ont fait découvrir, soit dans l'action du Soleil & des Planètes sur la Lune, soit dans les figures non sphériques de ce satellite & de la Terre, rien qui puisse sensiblement altérer le moyen mouvement de la Lune ; & pour expliquer son équation séculaire, on a été forcé de recourir à différentes hypothèses, telles que la résistance de l'éther, la transmission successive de la gravité, l'action des comètes, &c.

Cependant, la correspondance des autres phénomènes célestes avec la théorie de la pesanteur, est si parfaite & si satisfaisante, que l'on ne peut voir sans regret l'équation séculaire de la Lune se refuser à cette théorie, & faire seule, exception à une loi générale & simple, dont la découverte, par la grandeur & la variété des objets qu'elle embrasse, fait tant d'honneur à l'esprit humain. Cette

réflexion m'a déterminé à considérer de nouveau ce phénomène, & après quelques tentatives, je suis enfin parvenu à en découvrir la cause.

L'équation séculaire de la Lune est dûe à l'action du Soleil sur ce satellite, combinée avec la variation de l'excentricité de l'orbite terrestre. Pour se former de cette cause, la plus juste idée que l'on puisse avoir sans le secours de l'analyse, il faut observer que l'action du Soleil tend à diminuer la pesanteur de la Lune vers la Terre, & par conséquent à dilater son orbite, ce qui entraîne un ralentissement dans sa vitesse angulaire. Quand le Soleil est périégée, son action devenue plus puissante agrandit l'orbite lunaire; mais cette orbite se contracte, lorsque le Soleil étant vers son apogée, agit moins fortement sur la Lune. De-là naît dans le mouvement de ce satellite, l'équation annuelle dont la loi est exactement la même que celle de l'équation du centre du Soleil, à la différence près du signe, en sorte que l'une de ces équations diminue quand l'autre augmente.

L'action du Soleil sur la Lune varie encore par des nuances insensibles, relatives aux altérations que l'orbite de la Terre éprouve de la part des Planètes. On sait que l'attraction de ces corps change à la longue, les éléments de l'ellipse que la Terre décrit autour du Soleil. Son grand axe est toujours le même; mais son excentricité, son inclination sur un plan fixe, la position de ses nœuds & de son aphélie, varient sans cesse; or, la force moyenne du Soleil, pour dilater l'orbe de la Lune, dépend du carré de l'excentricité de l'orbite terrestre; elle augmente & diminue avec cette excentricité: il doit donc en résulter dans le mouvement de la Lune, des variations contraires, analogues à l'équation annuelle, mais dont les périodes incomparablement plus longues, embrassent un grand nombre de siècles. Maintenant que l'excentricité de l'orbite terrestre diminue, ces inégalités accélèrent le mouvement de la Lune; elles le ralentiront, quand cette excentricité parvenue à son *minimum*, cessera de diminuer pour commencer à croître.

Les mouvemens des nœuds & de l'apogée de la Lune, sont pareillement assujettis à des équations séculaires d'un signe opposé à celui de l'équation du moyen mouvement, & dont le rapport avec elle est de 1 à 4 pour les nœuds, & de 7 à 4 pour l'apogée. Quant aux variations de la moyenne distance, elles sont insensibles, & n'influent pas d'une demi-seconde sur la parallaxe de ce satellite; il n'est donc point à craindre qu'il se précipite un jour sur la Terre, comme cela auroit lieu si son équation séculaire étoit due à la résistance de l'éther, ou à la transmission successive de la pesanteur.

L'action moyenne du Soleil sur la Lune dépend encore de l'inclinaison de l'orbite lunaire sur l'écliptique, & l'on pourroit croire que la position de l'écliptique étant variable, il doit en résulter dans le mouvement de la Lune, des inégalités semblables à celles que produit la diminution de l'excentricité de l'orbite terrestre. Mais j'ai trouvé que l'orbite lunaire est ramenée sans cesse par l'action du Soleil, à la même inclinaison sur celle de la Terre, en sorte que les plus grandes & les plus petites déclinaisons de la Lune sont assujetties, en vertu des variations de l'écliptique, aux mêmes changemens que celles du Soleil. Enfin je me suis assuré que ni l'action directe des Planètes sur la Lune, ni les figures non sphériques de ce Satellite & de la Terre, ne peuvent altérer son moyen mouvement.

L'inégalité séculaire du mouvement de la Lune est périodique, mais il lui faut des millions d'années pour se rétablir. L'excessive lenteur avec laquelle elle varie, l'auroit rendue imperceptible depuis les observations anciennes, si sa valeur, en s'élevant à un grand nombre de degrés, ne produisoit pas des différences considérables entre les mouvemens séculaires de la Lune, observés à diverses époques. Les siècles suivans développeront la loi de sa variation; on pourroit même dès-à-présent, la connoître & devancer les observations, si les masses des Planètes étoient bien déterminées: mais cette détermination si désirable pour la per-

section des théories astronomiques, nous manque encore. La postérité à qui elle est réservée, aura l'avantage de juger des états passés & à venir, du système du Monde, avec la même évidence que de son état présent; elle verra sans doute avec reconnaissance, que les Géomètres de ce siècle ont indiqué les causes de tous les phénomènes célestes, & qu'ils en ont donné les expressions analytiques, dans lesquelles il n'y a plus qu'à substituer les valeurs de quantités que l'observation seule peut faire connoître.

Jupiter dont nous avons exactement la masse, est heureusement celle des Planètes qui a le plus d'influence sur l'inégalité séculaire de la Lune. En adoptant sur les masses des autres Planètes, les suppositions les plus vraisemblables, & en réduisant en série, l'expression de cette inégalité; le terme proportionnel au carré du temps m'a donné une équation de onze secondes pour le premier siècle, à partir de 1700. Mais j'ai reconnu qu'en remontant aux observations chaldéennes, le terme proportionnel au cube du temps devenoit sensible, & j'en ai déterminé la valeur. En comparant ensuite les observations avec la théorie, j'ai trouvé entr'elles un accord qui paroît surprenant, si l'on considère l'imperfection des observations anciennes, la manière vague dont elles nous ont été transmises, & l'incertitude qui reste encore sur les masses de Vénus & de Mars.

Il est assez remarquable que la diminution de l'excentricité de l'orbite solaire, soit beaucoup plus sensible dans le mouvement de la Lune, que par elle même; cette diminution qui, depuis l'éclipse la plus ancienne dont nous ayons connoissance, n'a pas été de quatre minutes, a produit plus d'un degré & demi d'altération dans le mouvement de la Lune; on pouvoit à peine la soupçonner d'après les observations du Soleil faites par Hipparque & Ptolémée, mais les anciennes éclipses la rendent incontestable.

Il se présente ici une question intéressante à résoudre. La Lune ne doit-elle pas, en vertu des grandes inégalités

que nous venons de considérer, offrir successivement tous les points de la surface à la Terre? l'égalité des mouvemens de rotation & de révolution de ce satellite, rend, comme on fait, une moitié de sa surface invisible pour nous; les inégalités périodiques de ces mouvemens nous en découvrent seulement quelques parties, en nous cachant les parties opposées de la moitié visible, ce qui produit le phénomène connu sous le nom de *libration*; l'étendue de ce phénomène dépend de la grandeur des inégalités de la Lune; ainsi les inégalités séculaires de son mouvement, s'élevant à plusieurs circonférences, elles semblent devoir nous découvrir à la longue, tous les points de son équateur. Mais en soumettant cet objet à l'analyse, il est facile de s'assurer que l'action de la Terre ramène sans cesse vers son centre, le grand axe de l'équateur lunaire, & dirige constamment vers nous, la même face de la Lune. C'est en vertu de cette action, que les moyens mouvemens de cet astre sur lui-même & dans son orbite, sont devenus parfaitement égaux, quoiqu'ils aient différé à l'origine; elle fait participer encore le mouvement de rotation de la Lune aux inégalités séculaires de son mouvement de révolution, à cause de l'excessive lenteur avec laquelle ces inégalités varient.

J'ai donné dans un autre ouvrage, la théorie des équations séculaires de Jupiter & de Saturne, & j'ai prouvé qu'elles dépendent de deux grandes inégalités jusqu'à présent inconnues, & dont la période est d'environ neuf cents dix-huit ans. Si l'on réunit ces recherches à celles dont je présente ici les résultats, on aura une théorie complète de toutes les équations séculaires observées par les Astronomes, dans les mouvemens célestes. J'ose espérer que l'on verra avec plaisir, ces phénomènes qui sembloient inexplicables par la loi de la pesanteur, ramenés à cette loi dont ils fournissent une confirmation nouvelle & frappante. Maintenant que leur cause est connue, l'uniformité des moyens mouvemens de rotation & de révolution des corps célestes, & la constance de leurs distances moyennes aux foyers des
forces

forces principales qui les animent, deviennent des vérités d'observation & de théorie. J'ai fait voir ailleurs, que quelles que soient les masses des Planètes & des satellites, par cela seul que tous ces corps tournent dans le même sens & dans des orbes peu excentriques & peu inclinés les uns aux autres; leurs inégalités séculaires sont périodiques. Ainsi le système du Monde ne fait qu'osciller autour d'un état moyen dont il ne s'écarte jamais que d'une très-petite quantité. Il jouit, en vertu de sa constitution & de la loi de la pesanteur, d'une stabilité qui ne peut être détruite que par des causes étrangères; & nous sommes certains que leur action est insensible depuis les observations les plus anciennes jusqu'à nos jours. Cette stabilité du système du Monde, qui en assure la durée, est un des phénomènes les plus dignes d'attention, en ce qu'il nous montre dans le ciel, pour maintenir l'ordre de l'Univers, les mêmes vues que la Nature a si admirablement suivies sur la Terre, pour conserver les individus & perpétuer les espèces.

I.

Soient x, y, z , les trois coordonnées de la Lune, rapportées au centre de la Terre; x', y', z' , celles du Soleil, rapportées au même point; soit de plus

$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$; $r' = \sqrt{x'^2 + y'^2 + z'^2}$;
nommons S la masse du Soleil, & R la quantité,

$$\frac{S.(xx' + yy' + zz')}{r^3} = \frac{S}{V[(x' - x)^2 + (y' - y)^2 + (z' - z)^2]};$$

enfin représentons par l'unité, la somme des masses de la Terre & de la Lune, & par dt l'élément du temps supposé constant; nous aurons les trois équations différentielles suivantes:

$$\left. \begin{aligned} 0 &= \frac{\partial \partial x}{\partial t^2} + \frac{x}{r^3} + \left(\frac{\partial R}{\partial x} \right) \\ 0 &= \frac{\partial \partial y}{\partial t^2} + \frac{y}{r^3} + \left(\frac{\partial R}{\partial y} \right) \\ 0 &= \frac{\partial \partial z}{\partial t^2} + \frac{z}{r^3} + \left(\frac{\partial R}{\partial z} \right) \end{aligned} \right\}; \quad (A)$$

Mém. 1786.

Hh

Si l'on multiplie la première de ces équations par ∂x , la seconde par ∂y , la troisième par ∂z ; qu'ensuite on les ajoute, & que l'on désigne par la caractéristique d , la différentielle prise par rapport aux seules coordonnées x, y, z ; on aura, après avoir intégré,

$$0 = \frac{\partial x^2 + \partial y^2 + \partial z^2}{\partial t^2} - \frac{2}{r} + \frac{1}{a} + 2 \cdot f dR;$$

a étant une constante arbitraire qui, comme l'on fait, est le demi-grand axe de l'ellipse que la Lune décrirait sans la force perturbatrice du Soleil.

En ajoutant l'intégrale précédente, à la somme des équations (A) multipliées respectivement par x, y, z , on aura l'équation différentielle,

$$0 = \frac{x \cdot \partial \partial x + y \cdot \partial \partial y + z \cdot \partial \partial z + 2x^2 + 2y^2 + 2z^2}{\partial t^2} - \frac{2}{r} + \frac{1}{a} \\ + 2 \cdot f dR + x \cdot \left(\frac{\partial R}{\partial x} \right) + y \cdot \left(\frac{\partial R}{\partial y} \right) + z \cdot \left(\frac{\partial R}{\partial z} \right);$$

mais on a

$$x \partial \partial x + y \partial \partial y + z \partial \partial z + \partial x^2 + \partial y^2 + \partial z^2 = \frac{1}{2} \cdot d^2 \cdot r^2;$$

partant,

$$0 = \frac{\partial^2 \cdot r^2}{2 \partial t^2} - \frac{1}{r} + \frac{1}{a} \\ + 2 \cdot f dR + x \cdot \left(\frac{\partial R}{\partial x} \right) + y \cdot \left(\frac{\partial R}{\partial y} \right) + z \cdot \left(\frac{\partial R}{\partial z} \right).$$

Si l'on intègre cette équation, dans la supposition de $R = 0$; on aura la valeur de r , relative au mouvement elliptique de la Lune. Soit δr la partie de r , due à l'action du Soleil; en substituant au lieu de r , dans l'équation précédente, $r + \delta r$, r étant ici la partie du rayon vecteur relative au mouvement elliptique; on aura, en négligeant le carré des forces perturbatrices,

$$0 = \frac{\partial^2 \cdot (r + \delta r)}{2 \partial t^2} + \frac{r \delta r}{r^2} + 2 \cdot f dR + x \cdot \left(\frac{\partial R}{\partial x} \right) \\ + y \cdot \left(\frac{\partial R}{\partial y} \right) + z \cdot \left(\frac{\partial R}{\partial z} \right) \Bigg\}; (B).$$

La somme des trois équations différentielles (A), multipliées respectivement par x, y, z , donne

$$0 = \frac{x\partial\partial x + y\partial\partial y + z\partial\partial z}{\partial t^2} + \frac{1}{r} + x \cdot \left(\frac{\partial R}{\partial x} \right) + y \cdot \left(\frac{\partial R}{\partial y} \right) + z \cdot \left(\frac{\partial R}{\partial z} \right).$$

Soit ∂v l'angle infiniment petit intercepté entre les deux rayons r & $r + \partial r$, on aura

$$\partial x^2 + \partial y^2 + \partial z^2 = \partial r^2 + r^2 \partial v^2;$$

partant,

$$x\partial\partial x + y\partial\partial y + z\partial\partial z = \partial(r\partial r) = \partial x^2 + \partial y^2 + \partial z^2 = r\partial\partial r - r^2 \partial v^2;$$

ce qui donne

$$0 = \frac{r\partial\partial r - r^2 \partial v^2}{\partial t^2} + \frac{1}{r} + x \cdot \left(\frac{\partial R}{\partial x} \right) + y \cdot \left(\frac{\partial R}{\partial y} \right) + z \cdot \left(\frac{\partial R}{\partial z} \right); \quad (C).$$

Supposons que par l'action du Soleil, ∂v augmente de $\partial\partial v$; cette équation donnera, en négligeant le carré des forces perturbatrices,

$$0 = \frac{r\partial\partial\partial r + \partial r\partial\partial r - 2r\partial r\partial v^2 - 2r^2\partial v\partial\partial v}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 r}{r^2} + x \cdot \left(\frac{\partial^2 R}{\partial x^2} \right) + y \cdot \left(\frac{\partial^2 R}{\partial y^2} \right) + z \cdot \left(\frac{\partial^2 R}{\partial z^2} \right).$$

Mais on a dans l'hypothèse elliptique,

$$r^2 \partial v = \partial r \cdot \sqrt{a \cdot (1 - e^2)};$$

e étant l'excentricité de l'orbite lunaire; de plus, si l'on fait $R = 0$, dans l'équation (C), elle donnera

$$\frac{r \cdot \partial v^2}{\partial t^2} = \frac{\partial\partial r}{\partial t^2} + \frac{1}{r^2} r.$$

on aura donc

$$0 = \frac{r\partial\partial\partial r - \partial r\partial\partial r}{\partial t^2} - \frac{3r\partial r}{r^3} - \frac{2\partial\partial v}{\partial t} \cdot \sqrt{a(1-e^2)} + x \cdot \left(\frac{\partial^2 R}{\partial x^2} \right) + y \cdot \left(\frac{\partial^2 R}{\partial y^2} \right) + z \cdot \left(\frac{\partial^2 R}{\partial z^2} \right).$$

H h ij

Si l'on substitue au lieu de $\frac{r \delta^2 r}{r^3}$, la valeur tirée de l'équation (B), on aura

$$\frac{2 \delta^2 v}{\delta r} \cdot V[a(1 - e^2)] = \frac{2(r \delta^2 r - \delta r \delta^2 r)}{\delta r^3} + \frac{3 \cdot \delta'(r \delta^2 r)}{\delta r^3} \\ + 6 \int \delta R + 4 \cdot [x(\frac{\delta R}{\delta x}) + y(\frac{\delta R}{\delta y}) + z(\frac{\delta R}{\delta z})].$$

Soit $n t$, le moyen mouvement syddéral de la Lune, on aura $n^2 = \frac{1}{a^3}$; l'équation précédente donnera donc en l'intégrant,

$$\delta v = \left. \begin{aligned} & \frac{2(r \delta^2 r) + r \delta^2 r}{a^2 n^2 V(1 - e^2)} + 3 a \cdot \frac{\int \delta R}{V(1 - e^2)} \\ & [x(\frac{\delta R}{\delta x}) + y(\frac{\delta R}{\delta y}) + z(\frac{\delta R}{\delta z})] \\ & + 2 a \int n \delta t \cdot \frac{\quad}{V(1 - e^2)} \end{aligned} \right\} (D).$$

II.

REPRENONS maintenant la valeur de R : en la réduisant en série, on aura

$$R = - \frac{S}{r^2} + \frac{S}{2 r^3} \cdot [r^2 - \frac{3 \cdot (x x' + y y' + z z')^2}{r^2} + \&c].$$

r^2 étant considérablement plus grand que r , on peut s'en tenir à ces termes de la série. Prenons pour plan fixe des x & des y , un plan très-peu incliné à celui de l'écliptique; soit γ la tangente de l'inclinaison de l'orbite lunaire sur ce plan; Π la longitude de son nœud ascendant; soient γ' & Π' les mêmes quantités relativement au Soleil; soit de plus, v la longitude de la Lune comptée sur son orbite, en partant du rayon vecteur dont l'axe des x , est la projection sur le plan des x & des y ; soit v , cette même longitude rapportée à ce dernier plan, & comptée de l'axe des x ; nommons v' & v'' , les mêmes quantités relativement au

Soleil; on aura, en négligeant les quatrièmes puissances de γ & de γ' ,

$$v_1 = v - \frac{\gamma^2}{4} \cdot \sin. 2\Pi - \frac{\gamma^2}{4} \cdot \sin. (2v - 2\Pi),$$

$$v'_1 = v' - \frac{\gamma'^2}{4} \cdot \sin. 2\Pi' - \frac{\gamma'^2}{4} \cdot \sin. (2v' - 2\Pi').$$

Si l'on nomme s la latitude de la Lune au-dessus du plan fixe, & s' celle du Soleil; on aura à très-peu près,

$$s = \gamma \cdot \sin. (v - \Pi); s' = \gamma' \cdot \sin. (v' - \Pi');$$

on aura de plus

$$x = r \cdot \sqrt{(1 - ss)} \cdot \cos. v; y = r \cdot \sqrt{(1 - ss)} \cdot \sin. v; z = rs$$

$$x' = r' \cdot \sqrt{(1 - s's')} \cdot \cos. v'; y' = r' \cdot \sqrt{(1 - s's')} \cdot \sin. v'; z' = r's';$$

partant

$$xx' + yy' + zz' = rr' \cdot (1 - \frac{1}{2}ss - \frac{1}{2}s's') \cdot \cos. (v_1 - v'_1) + rr' \cdot ss';$$

on aura donc, en ne conservant parmi les termes de

l'ordre γ^2 & γ'^2 , que ceux qui sont constans, les seuls dont nous aurons besoin dans la suite,

$$(xx' + yy' + zz')^2 = \frac{r^2 r'^2}{2}$$

$$r [1 + \cos. (2v - 2v') - \frac{1}{2}\gamma^2 - \frac{1}{2}\gamma'^2 + \gamma\gamma' \cdot \cos. (\Pi - \Pi')].$$

Soit

$$\gamma \cdot \sin. \Pi = p; \gamma \cdot \cos. \Pi = q; \gamma' \cdot \sin. \Pi' = p'; \gamma' \cdot \cos. \Pi' = q';$$

on aura

$$\gamma^2 - 2\gamma\gamma' \cdot \cos. (\Pi - \Pi') + \gamma'^2 = (p - p')^2 + (q - q')^2;$$

l'expression précédente de R deviendra ainsi,

$$R = - \frac{s}{\gamma} - \frac{s'}{\gamma'} -$$

$$r [1 + 3 \cdot \cos. (2v - 2v') - \frac{1}{2} \cdot (p - p')^2 - \frac{1}{2} (q - q')^2].$$

CONSIDÉRONs maintenant les différens termes de l'expression de δv , donnée par l'équation (D) de l'art. I, & commençons par celui-ci

$$2 a f u d t . \frac{[x . (\frac{\partial R}{\partial x}) + y . (\frac{\partial R}{\partial y}) + z . (\frac{\partial R}{\partial z})]}{\sqrt{(1 - e^2)}} .$$

On a

$$x . (\frac{\partial R}{\partial x}) + y . (\frac{\partial R}{\partial y}) + z . (\frac{\partial R}{\partial z}) = r . (\frac{\partial R}{\partial r}) = - \frac{S r^2}{2 a^3} .$$

$$= [1 + 3 . \cos . (2 v - 2 v') - \frac{1}{2} (p - p')^2 - \frac{1}{2} (q - q')^2] .$$

Soit $u t + e$, la longitude moyenne de la Lune, comptée de l'axe des x ; ϖ la longitude de son aphélie, a & e étant comme ci-dessus, le demi-grand axe & l'excentricité de son orbite; soient $u' t + e'$, a' , e' , les mêmes quantités relativement au Soleil; on aura

$$r = a . [1 + \frac{1}{2} e^2 + e . \cos . (u t + e - \varpi) + \&c];$$

$$r' = a' . [1 + \frac{1}{2} e'^2 + e' . \cos . (u' t + e' - \varpi') + \&c];$$

on aura donc, en ne conservant que les quantités à très-peu près constantes,

$$x . (\frac{\partial R}{\partial x}) + y . (\frac{\partial R}{\partial y}) + z . (\frac{\partial R}{\partial z}) = - \frac{S a^2}{2 a^3} .$$

$$= [1 + \frac{3}{2} e^2 + \frac{3}{2} e'^2 - \frac{1}{2} (p - p')^2 - \frac{1}{2} (q - q')^2];$$

or on a

$$n^2 = \frac{1}{a^3} \text{ \& \& } n'^2 = \frac{S}{a'^3};$$

le terme

$$2 a f n d t . \frac{[x . (\frac{\partial R}{\partial x}) + y . (\frac{\partial R}{\partial y}) + z . (\frac{\partial R}{\partial z})]}{\sqrt{(1 - e^2)}} .$$

de l'expression de Δv , donnera donc celui-ci ,

$$-f \frac{x'^2 \Delta t}{n} \cdot [1 + 2 e' + \frac{1}{2} e'^2 - \frac{1}{2} (p - p')^2 - \frac{1}{2} (q - q')^2] .$$

On fait qu'en vertu de l'action des Planètes, le demi-grand axe de l'orbite solaire est constant; mais son excentricité varie sans cesse, ainsi que son inclinaison & la position de ses noeuds & de son apogée; on doit donc regarder n' comme constant, & supposer e' , p' & q' variables. On peut encore dans le terme précédent, supposer n constant; car quoique cette quantité puisse être considérée ici, comme variable, à raison de l'équation séculaire du mouvement de la Lune; cependant, comme sa variation est multipliée dans ce terme, par la force perturbatrice du Soleil, il est visible que l'équation séculaire qui en résulte dans le mouvement de la Lune, est par rapport à l'équation séculaire de ce mouvement, de l'ordre des forces perturbatrices, & qu'ainsi,

elle peut être négligée. La partie $-f \frac{x'^2 \Delta t}{n}$, du terme

précédent, se réduit ainsi à $-\frac{x'^2 t}{n}$, & par conséquent

elle se confond avec le moyen mouvement de la Lune. La

partie $-\frac{1}{2} \cdot f \frac{x'^2 \Delta t \cdot e'^2}{n}$ du même terme, se réduit à

$-\frac{1}{2} \frac{x'^2}{n} \cdot f n' d t \cdot e'^2$, & à cause de la variabilité

de e' , il doit en résulter une équation séculaire dans le mouvement de la Lune. Quant à la partie

$$-f \frac{x'^2 \Delta t}{n} \cdot [2 e' - \frac{1}{2} (p - p')^2 - \frac{1}{2} (q - q')^2] ;$$

pour voir si elle doit produire des inégalités séculaires dans l'expression de Δv , il faut déterminer les valeurs de e , $p - p'$, & $q - q'$.

I V.

Pour cela, je reprends l'équation

$$0 = \frac{\partial^2 r^3}{\partial t^2} - \frac{1}{r} + \frac{1}{a} + 2 \cdot f dR + x \cdot \left(\frac{\partial R}{\partial x} \right) + y \cdot \left(\frac{\partial R}{\partial y} \right) + z \cdot \left(\frac{\partial R}{\partial z} \right),$$

trouvée dans l'*art. I*; si l'on y suppose $r = a \cdot (1 + \frac{\delta a}{a} + u)$,

u étant une très petite quantité périodique dont je négligerai le carré & les puissances supérieures; on aura, en ne conservant que les termes constants, & ceux dans lesquels u est multiplié par des constantes, & en substituant pour R , la valeur précédente,

$$0 = \left(1 + \frac{\delta a}{a} \right) \cdot \frac{\partial \delta u}{\partial t^2} + \frac{u}{a^3} \cdot \left(1 - \frac{2 \delta a}{a} - \frac{2 \delta a^3}{a^3} \right) \\ + \frac{\delta a}{a^4} + \frac{2 g}{a^3} - \frac{f}{a^3};$$

$\frac{f}{a}$ étant une constante arbitraire ajoutée à l'intégrale $\int dR$.

Maintenant, si l'on différencie l'équation (*D*) de l'*art. I*, & que l'on ne conserve que les termes constants, on aura, en négligeant le carré des excentricités des orbites,

$$\frac{\partial \delta u}{\partial t} = 3 n g - \frac{7 n^3}{4 a};$$

mais nt représente, par la supposition, le moyen mouvement de la Lune; il faut donc que cette valeur de $\frac{\partial \delta u}{\partial t}$ soit nulle, ce qui détermine la constante arbitraire g , & ce qui donne $g = \frac{7 n^3}{12 a^3}$. L'équation différentielle en u , deviendra ainsi, en observant que $\frac{1}{a^3} = n^3$ & $\frac{f}{a^3} = n^3$,

$$0 = \frac{\partial \delta u}{\partial t^2} + n^2 u \cdot \left(1 - \frac{3 \delta a}{a} - \frac{2 n^3}{a^3} \right) \\ + n^3 \cdot \frac{\delta a}{a} + \frac{n^3}{6}.$$

u étant une quantité variable, cette équation se partage dans les deux suivantes,

$$0 = \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + n^2 u \cdot \left(1 - \frac{3a^2}{a^3} - \frac{3n'^2}{n^2} \right);$$

$$0 = n^2 \cdot \frac{\partial^2 a}{a^3} + \frac{n'^2}{6}.$$

Cette dernière équation donne $\frac{\partial^2 a}{a^3} = -\frac{n'^2}{6n^2}$; la première devient ainsi,

$$0 = \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + n^2 u \cdot \left(1 - \frac{3n'^2}{2n^2} \right);$$

d'où l'on tire, en intégrant,

$$u = e \cdot \cos. [nt \cdot \sqrt{\left(1 - \frac{3n'^2}{2n^2} \right)} + \lambda],$$

e & λ étant deux arbitraires. On voit ainsi que e est indépendant des élémens de l'orbite solaire, & qu'ainsi on peut le regarder comme invariable, relativement à e' .

L'expression précédente de u ne donne pas à la vérité le mouvement de l'apogée de la Lune; on fait par la théorie de ce satellite, que pour déterminer ce mouvement, il faut pousser l'approximation jusqu'au carré des forces perturbatrices; mais il est aisé de voir par cette même théorie, que l'excentricité de l'orbite lunaire reste toujours à très-peu-près constante, & ne participe point sensiblement aux variations de l'orbite du Soleil.

Considérons maintenant, la variation de l'inclinaison de l'orbite de la Lune: reprenons pour cela la dernière des équations (A) de l'article I.

$$0 = \frac{\partial^2 z}{\partial t^2} + \frac{z}{r^3} + \left(\frac{\partial R}{\partial z} \right);$$

En substituant pour R , sa valeur

$$= \frac{S}{r^3} + \frac{S}{2a^3} \cdot \left[r^2 - \frac{3 \cdot (xx' + yy' + zz')^2}{r^3} \right],$$

Mém. 1786.

11

& en négligeant les cubes & les produits de trois dimensions de z & de z' , on aura

$$0 = \frac{\partial \partial z}{\partial r^2} + \frac{z}{r^3} + \frac{S z}{r^3} - \frac{3 S \cdot z' \cdot (r x' + r y')}{r^3}$$

Soit $s = a s$, $z' = a' s'$; en substituant dans l'équation précédente, ces valeurs, $a + \Delta a$ au lieu de r , & a' au lieu de r' , elle deviendra

$$0 = \frac{\partial \partial s}{\partial a^2} + \frac{s}{a^3} \cdot [1 - \frac{3 \Delta a}{a} + \frac{S a^3}{a^3}] - \frac{3 S}{a^3} \cdot s' \cdot \cos. (v' - v).$$

On a, par ce qui précède, $\frac{\Delta a}{a} = - \frac{n^2}{6 n^2}$; de plus s' étant la latitude du Soleil au-dessus du plan fixe, on a $s' = \gamma' \cdot \sin. (v' - \Pi')$; on aura donc, en ne conservant que le terme dépendant de l'angle $nt + \epsilon$,

$$0 = \frac{\partial \partial s}{\partial a^2} + n^2 s \cdot [1 + \frac{3 n^2}{2 a^3}] - \frac{3 \gamma'}{2} \cdot n^2 \cdot \sin. (nt + \epsilon - \Pi').$$

En intégrant cette équation, & en observant que les valeurs de $\frac{\partial \partial s}{\partial a^2}$ & de $\frac{\partial \Pi'}{\partial t}$ sont insensibles, & qu'ainsi on peut les négliger, lorsqu'elles ne sont pas multipliées par le temps t ; on aura

$$s = C \cdot \sin. (nt + \epsilon + \frac{3 n^2 \cdot t}{4 n}) - Q) + \gamma' \cdot \sin. (nt + \epsilon - \Pi'),$$

C & Q étant deux constantes arbitraires.

On peut mettre cette expression de s sous cette forme,

$$s = [q' + C \cdot \cos. (Q - \frac{3 n^2 \cdot t}{4 n})] \cdot \sin. (nt + \epsilon), \\ - [p' + C \cdot \sin. (Q - \frac{3 n^2 \cdot t}{4 n})] \cdot \cos. (nt + \epsilon);$$

mais s étant la latitude de la Lune au-dessus du plan fixe,

on a, par ce qui précède,

$$s = q \cdot \sin. (nt + \epsilon) - p \cdot \cos. (nt + \epsilon);$$

on aura donc

$$p = p' + C \cdot \sin. \left(Q - \frac{3n^2 \cdot t}{4n} \right)$$

$$q = q' + C \cdot \cos. \left(Q - \frac{3n^2 \cdot t}{4n} \right),$$

ce qui donne

$$(p - p')^2 + (q - q')^2 = C^2.$$

$(p - p')^2 + (q - q')^2$ étant le carré de l'inclinaison respective des orbites du Soleil & de la Lune; on voit que cette inclinaison est constante. La position de l'écliptique varie sans cesse, en vertu des actions des Planètes, & son obliquité sur l'équateur a toujours diminué depuis les observations les plus anciennes, jusqu'à nos jours; mais l'action du Soleil ramène l'orbite lunaire à la même inclinaison sur le plan de l'écliptique, en sorte que les plus grandes & les plus petites déclinaisons de la Lune sont assujetties aux mêmes variations que celles du Soleil.

Il suit de l'analyse précédente, que la partie

$$- \int \frac{n^2 \cdot t}{v} \cdot \left[2 \epsilon^2 - \frac{3}{2} \cdot (p - p')^2 - \frac{1}{2} \cdot (q - q')^2 \right]$$

du terme

$$2 a \cdot \int \partial n t \cdot \frac{\left[x \left(\frac{\partial R}{\partial x} \right) + y \left(\frac{\partial R}{\partial y} \right) + z \left(\frac{\partial R}{\partial z} \right) \right]}{V(1 - \epsilon^2)}$$

de l'expression de δv , ne peut donner aucune équation séculaire dans le mouvement de la Lune; en n'ayant donc égard qu'aux équations de ce genre, ce terme se réduit à

$$- \frac{3n^2}{2n} \cdot \int n' \partial t \cdot \epsilon^2.$$

Il ij

V.

EXAMINONS présentement les autres termes de l'expression de Δv : cette expression renferme encore le terme $3 a \cdot \int \frac{3 \Delta t \cdot f d R}{\sqrt{(1-e^2)}}$ qui, par son double signe intégral, paroît très-propre à donner des inégalités séculaires. On a, par ce qui précède, en n'ayant égard qu'aux termes à très-peu près constants,

$$d R = - d \cdot \frac{S a^2}{4 a^2}$$

$$[1 + \frac{1}{2} e^2 + \frac{1}{2} e'^2 - \frac{1}{2} \cdot (p - p')^2 - \frac{1}{2} \cdot (q - q')^2],$$

la caractéristique d du second membre de cette équation, ne se rapportant qu'aux quantités a, e, p & q , relatives à la Lune. Les deux premières de ces quantités sont constantes; mais les deux autres sont variables: ce qui donne

$$a d R = \frac{3 a^2}{4 a^2} \cdot [d p \cdot (p - p') + d q \cdot (q - q')].$$

Si l'on substitue, au lieu de p & de q , leurs valeurs trouvées dans l'art. précédent, on aura

$$a d R = \frac{3 a^2}{4 a^2} \cdot \mathcal{C} [d p' \cdot \sin (Q - \frac{3 a^2 t}{4 a^2}) + d q' \cdot \cos (Q - \frac{3 a^2 t}{4 a^2})].$$

On sait que les valeurs de p' & de q' , ont cette forme

$$p' = A \cdot \sin (f t + \lambda) + A' \cdot \sin (f' t + \lambda') + \&c,$$

$$q' = A \cdot \cos (f t + \lambda) + A' \cdot \cos (f' t + \lambda') + \&c;$$

f, f' &c, étant des coefficients extrêmement petits; la différentielle $a d R$ sera donc exprimée par une suite de termes de la forme

$$\frac{3 a^2 \cdot f A \mathcal{C} \cdot \Delta t}{4 a^2} \cdot \sin (Q - \frac{3 a^2 t}{4 a^2} - f t - \lambda);$$

par conséquent, $3 a \cdot \int \frac{3 \Delta t \cdot f d R}{\sqrt{(1-e^2)}}$ sera exprimé à fort

peu-près, par une suite de termes de la forme

$$- \frac{4\pi f \cdot A c}{n^2 \cdot \sqrt{1 - e^2}} \cdot \sin.(Q - \frac{3n^2 t}{4\pi} - ft - \lambda);$$

or ces termes sont insensibles à cause de l'extrême petitesse de f , relativement à n ; ainsi, la quantité $3a \cdot f \cdot \frac{n^2 \cdot dR}{\sqrt{1 - e^2}}$ ne produit aucune inégalité séculaire sensible, dans le moyen mouvement de la Lune.

Il nous reste à considérer dans l'expression de Δv , la quantité $\frac{2(r \Delta r) + r \Delta r}{a^2 n \partial t \cdot \sqrt{1 - e^2}}$; mais il est aisé de voir que Δr , & à plus forte raison la différence, ne renferment point de termes sensibles, de la nature de ceux que nous venons d'analyser. En n'ayant donc égard qu'à ces termes, on a

$$\Delta v = - \frac{3n^2}{2\pi} \cdot f n' \partial t \cdot e^2; (E)$$

V I.

Voyons maintenant si l'action directe des Planètes sur la Lune, produit dans l'expression de Δv , des termes du même ordre & du même genre que celui que nous venons de déterminer. Les Planètes, ainsi que le Soleil, ne troublent le mouvement de la Lune, que par la différence de leur action sur la Terre & sur ce satellite; en désignant donc par R' pour une Planète, ce que nous avons nommé R pour le Soleil, R' sera relativement à R , du même ordre que le rapport de la masse du Soleil à celles des Planètes.

On peut concevoir R' développé dans une suite de sinus & de cosinus d'angles croissans proportionnellement au temps, & il est visible que les moyens mouvemens du Soleil, de la Lune & des Planètes, étant incommensurables entr'eux, la différentielle de ces sinus & cosinus, prise en ne faisant varier que les moyens mouvemens de la Lune,

de ses nœuds & de son apogée, est une quantité périodique; Cette différentielle est égale à dR' , ainsi la partie

$$3 a \cdot f \frac{n \delta t \cdot f d R'}{\sqrt{(1 - e^2)}}$$

de l'expression de δv , n'est formée que de quantités périodiques dépendantes de la configuration des Planètes, du Soleil & de la Lune; il ne peut donc point en résulter d'équation séculaire dans le mouvement de ce satellite.

Quant à la partie

$$2 a \cdot f n \delta t \cdot \frac{\left[x \cdot \frac{(\partial R')}{\partial x} + y \cdot \frac{(\partial R')}{\partial y} + z \cdot \frac{(\partial R')}{\partial z} \right]}{(1 - e^2)^{3/2}}$$

de l'expression de δv , on voit facilement que les termes à très-peu-près constans qu'elle renferme, ne peuvent dépendre que des variations séculaires des élémens des orbites des Planètes, & que par conséquent ils sont relativement à celui que nous avons déjà déterminé, du même ordre que le rapport des masses des Planètes à celle du Soleil.

Il est clair que la partie $\frac{\partial(r \delta r) + r \partial \delta r}{a^2 n \delta t \cdot \sqrt{(1 - e^2)}}$, de l'expression de δv , ne produit aucun terme sensible, de la nature de ceux que nous considérons.

On peut appliquer le raisonnement & les résultats précédens, aux termes provenans de la non-sphéricité de la Terre. La circonstance de l'égalité des moyens mouvemens de la Lune sur elle-même & autour de la Terre, exige une discussion particulière des termes provenans de la non-sphéricité de la Lune; mais M. de la Grange qui l'a faite avec beaucoup de soin dans son excellente pièce sur la libration de la Lune, a trouvé qu'il n'en résultoit point d'équation séculaire dans son moyen mouvement. (*Voyez les Mémoires de Berlin, année 1780*).

Enfin les Géomètres qui se sont occupés de la théorie de la Lune, & M. d'Alembert en particulier, se sont assurés

que de la combinaison des diverses équations du mouvement lunaire, il ne peut résulter aucune équation sensible, à longue période, & semblable à l'inégalité de neuf cents dix-huit ans, que j'ai trouvée dans la théorie de Jupiter & de Saturne. La valeur de δv , donnée par l'équation (E) de l'article précédent, renferme donc tous les termes sensibles qui, par la théorie de la pesanteur universelle, peuvent produire une équation séculaire dans le moyen mouvement de la Lune. Examinons présentement les équations séculaires des autres élémens de l'orbite lunaire.

V I I.

REPRENONS l'équation

$$0 = \frac{\partial^2 r^2}{\partial t^2} - \frac{1}{r} + \frac{1}{a} + 2fdR + x \cdot \left(\frac{\partial R}{\partial x}\right) + y \cdot \left(\frac{\partial R}{\partial y}\right) + z \cdot \left(\frac{\partial R}{\partial z}\right),$$

trouvée dans l'art. I, & que nous avons discutée dans l'art. IV, en négligeant les carrés des excentricités des orbites. Si dans le coefficient de r^2 de l'expression de R , on ne conserve que les termes à très-peu près constants, & que l'on néglige ceux de l'ordre des carrés des excentricités & des inclinaisons, qui sont constants; on aura.

$$R = -\frac{S}{r^2} - \frac{S r^2}{4 a^4} \cdot \left(1 + \frac{1}{2} e^2\right);$$

partant

$$2a \cdot \int dR = 2g - \frac{r^2}{a^2} + \frac{r^2 \cdot (1 + \frac{1}{2} e^2)}{a^2} + \frac{3 r^4}{2 a^4} \cdot \int r^3 e^2 d e^2;$$

g étant une constante arbitraire ajoutée à l'intégrale $a \cdot \int dR$,

& que nous avons trouvée dans l'art. IV, égale à $\frac{7 a^2}{12 \cdot 2}$.

Soit

$$r = a \left(1 + \frac{r a}{a} + u\right);$$

on aura, en négligeant le carré des forces perturbatrices,

& par conséquent le produit de $\frac{d^2 a}{a}$, par ces forces;

$$2 a . f d R = \frac{2 n'^2}{3 n^2} - \frac{n'^2 u}{n^2} . (1 + \frac{1}{2} e'^2) + \frac{3 n'^2}{2 n^2} . f u e' d e' ;$$

mais on a à fort peu près $u = -\frac{\partial \partial u}{n^2 \partial t^2}$; ce qui donne,
à cause de l'extrême lenteur avec laquelle e' varie,

$$f u e' d e' = - \frac{\partial u}{n \partial t} . \frac{e' \partial e'}{n \partial t} ;$$

on aura donc

$$2 a . f d R = \frac{2 n'^2}{3 n^2} - \frac{n'^2 u}{n^2} . (1 + \frac{1}{2} e'^2) - \frac{3 n'^2}{2 n^2} . \frac{\partial u}{n \partial t} . \frac{e' \partial e'}{n \partial t} .$$

On trouvera pareillement

$$\begin{aligned} & \kappa . (\frac{\partial R}{\partial x}) + y . (\frac{\partial R}{\partial y}) + z . (\frac{\partial R}{\partial z}) , \\ & = - \frac{n'^2}{2 n^2} - \frac{3 n'^2 e'^2}{4 n^2} - \frac{n'^2 u}{n^2} . (1 + \frac{1}{2} e'^2) . \end{aligned}$$

L'équation différentielle précédente deviendra ainsi ;
en y faisant , $(1 + \frac{d^2 a}{a}) . u = u^2$;

$$\begin{aligned} 0 &= \frac{\partial^2 u^2}{\partial t^2} + n^2 u^2 . (1 - \frac{3 d^2 a}{a} - \frac{2 n'^2}{n^2} - \frac{3 n'^2 e'^2}{n^2}) , \\ &= \frac{3 n'^2}{n^2} . \frac{\partial u^2}{\partial t} . \frac{e' \partial e'}{\partial t} + n^2 \frac{d^2 a}{a} + \frac{1}{6} n^2 - \frac{3 n'^2 e'^2}{4} ; \end{aligned}$$

d'où l'on tire les deux équations suivantes,

$$\frac{d^2 a}{a} = - \frac{n'^2}{6 n^2} + \frac{3 n'^2 e'^2}{4 n^2} ;$$

$$\begin{aligned} 0 &= \frac{\partial^2 u^2}{\partial t^2} + n^2 u^2 . [1 - \frac{3 n'^2}{2 n^2} - \frac{21 n'^2 e'^2}{4 n^2}] \\ &= \frac{3 n'^2}{n^2} - \frac{\partial u^2}{\partial t} . \frac{e' \partial e'}{\partial t} . \end{aligned}$$

Cette

Cette dernière équation donne à fort peu près, en l'intégrant,

$$u' = e \cdot \cos. \left[n t \cdot \sqrt{1 - \frac{3n'^2}{2a^2}} \right] - \frac{3n' \cdot e'^2}{8a} \cdot \int e'^2 dt$$

e étant une constante arbitraire.

Il résulte de cette analyse, 1.^o que la moyenne distance a de la Lune à la Terre, est assujettie à une variation

séculaire représentée par $\frac{3n'^2 \cdot e'^2}{4a^2} \cdot a$; mais e' ne sur-

passant jamais $\frac{1}{10}$, cette variation est insensible, & n'in-

flue pas d'une demi-seconde sur la parallaxe; 2.^o que l'équation du centre de la Lune est à très-peu près constante, & qu'elle n'est assujettie tout au plus qu'à des variations du même ordre que celles de la moyenne distance; 3.^o enfin, que le mouvement de l'apogée est soumis à une équation

séculaire représentée par $\frac{3n' \cdot e'^2}{8a} \cdot \int n' dt \cdot e'^2$. Cette équation

est fort sensible à cause du signe intégral qui affecte e'^2 ; elle est en sens contraire de celle du moyen mouvement de la Lune, avec laquelle elle est dans le rapport constant de 7 à 4.

Si l'on traite de la même manière la dernière des équations (A) de l'article I, que nous avons déjà discutées dans l'article IV, en négligeant les carrés des excentricités des orbites; on trouvera, en nommant s , la latitude de la Lune, au-dessus de l'écliptique vraie,

$$s = C \cdot \sin. \left[n t \cdot \sqrt{1 - \frac{3n'^2}{2a^2}} \right] - \frac{3n'}{8a} \cdot \int n' dt \cdot e'^2,$$

C étant une constante arbitraire.

Il suit de-là que l'inclinaison respective des deux orbites du Soleil & de la Lune, est constante; mais que la longitude

Mém. 1786.

K k

moyenne de ses nœuds est assujettie à une équation séculaire égale à $\frac{1a'}{8a} . sn' dt . e'^2$. Cette équation est en sens

contraire de l'équation séculaire du moyen mouvement de la Lune, & elle n'en est que le quart. Il nous reste maintenant à voir jusqu'à quel point les résultats précédens satisfont aux observations.

V I I L

POUR cela, il faut déterminer la valeur de e'^2 , qui, comme l'on sait, est une quantité périodique dépendante des masses des Planètes, & principalement de celles de Jupiter, de Vénus & de Mars. La masse de Jupiter est bien connue, mais celles de Vénus & de Mars sont inconnues; il nous est donc impossible de déterminer exactement la valeur de e'^2 , & par conséquent celle de l'équation séculaire de la Lune. Cependant, comme Jupiter a sur la variation de e'^2 , une plus grande influence que les autres Planètes, & que d'ailleurs quelques autres phénomènes célestes nous ont fait connoître à peu-près la masse de Vénus; on peut avoir cette variation d'une manière assez approchée, pour reconnoître si elle est la cause de l'équation séculaire observée dans le mouvement de la Lune.

M. de la Grange, dans son excellente théorie des variations séculaires des élémens des orbites des Planètes, a adopté, sur leur densité, une hypothèse qui s'accorde assez bien avec les densités connues de la Terre, de Jupiter & de Saturne. Il suppose les densités des Planètes réciproques à leurs moyennes distances au Soleil; & d'après cette supposition, il détermine pour un temps quelconque, les inégalités séculaires des inclinaisons des orbites, de leurs nœuds, de leurs excentricités & de leurs aphélies (*Voyez les Mémoires de Berlin pour l'année 1782*); mais comme dans la Physique céleste; nous ne voyons point de cause

d'où cette loi de densité puisse résulter; cet illustre Géomètre a donné, dans les Mémoires cités, les expressions différentielles des inégalités séculaires, en laissant les masses des Planètes sous la forme d'indéterminées, en sorte que ces expressions pourront servir à déterminer ces masses, lorsque les observations auront fait connoître avec précision les variations des élémens.

L'hypothèse adoptée par M. de la Grange, donne $61^{\circ}, 56$ pour la diminution séculaire actuelle de l'obliquité de l'écliptique; ce résultat paroît trop considérable, & la plupart des Astronomes réduisent cette diminution à 50 secondes. J'ai diminué en conséquence la masse de Vénus, & j'ai conservé d'ailleurs toutes les autres déterminations de M. de la Grange, sur les masses des Planètes. Cela posé, en nommant i , le nombre des siècles écoulés depuis 1700, j'ai trouvé, à cette époque,

$$\frac{2e' \cdot \partial e'}{\partial i} = - 0^{\circ}, 31588.$$

J'ai déterminé ensuite la valeur de $2e' \cdot \frac{\partial e'}{\partial i}$ pour l'an 700 de notre ère, en substituant dans l'expression analytique de cette quantité, les valeurs des élémens des Planètes qui avoient lieu à cette époque; & j'ai trouvé, en nommant e' , l'excentricité de l'orbite du Soleil, à cette même époque,

$$\frac{2e' \cdot \partial e'}{\partial i} = - 0^{\circ}, 27845.$$

Soit maintenant

$$e'^3 = A + Bi + Ci^2,$$

i étant compté de 1700; on aura

$$\frac{2e' \cdot \partial e'}{\partial i} = B = - 0^{\circ}, 31588.$$

En faisant ensuite $i = - 10$, on aura

$$\frac{2e' \cdot \partial e'}{\partial i} = B - 20C = - 0^{\circ}, 27845.$$

K k ij

On aura donc

$$B = - 0'',31588; C = - 0'',0018715.$$

Reprenons maintenant l'équation (E) de l'art. V,

$$\Delta v = - \frac{3n'}{2a} . f n' \partial t . e'^2;$$

on a

$$n' \partial t = 1007360^d . \partial i;$$

de plus,

$$\frac{n'}{a} = 0,0748034; \text{ en substituant donc au lieu de}$$

e'^2 , la valeur précédente, & en réduisant les valeurs de B & de C , en parties du rayon, ce que l'on fera en les divisant par $57^d 17' 44''$; on trouvera

$$\Delta v = - 22,44102 . 180^d . A i + 11'',135 . i^2 + 0'',04398 . i^3.$$

Le premier terme de cette formule se confond avec le moyen mouvement de la Lune, observé en 1700; ainsi l'équation séculaire de ce satellite, est.

$$+ 11'',135 . i^2 + 0'',04398 . i^3.$$

Cette valeur peut s'étendre, sans erreur sensible, aux observations les plus anciennes de la Lune, & à mille ou douze cents ans dans l'avenir.

M. de Lambre a conclu de la comparaison d'un grand nombre d'observations de la fin du dernier siècle & de celui-ci, qu'il faut diminuer d'environ $25''$, le mouvement séculaire de la Lune, des nouvelles tables de Mayer: il faut donc ajouter $- 25'' . i$ au moyen mouvement de ces Tables, en partant de 1700; & comme cet illustre Astronome emploie une équation séculaire proportionnelle au carré des temps, & de $9''$ pour le premier siècle; les lieux de la Lune calculés sur ces tables, doivent être corrigés par la formule

$$- 25'' . i + 2'',135 . i^2 + 0'',04398 . i^3.$$

Voyons si cela s'accorde avec les observations.

M. de la Grange, dans sa pièce sur l'Équation séculaire de la Lune, qui a remporté le Prix de l'Académie, sur cet objet, & qui est imprimée dans le volume des *Savans Étrangers, pour l'année 1773*, a donné, *page 56*, les erreurs des Tables de Mayer, comparées aux éclipses anciennes. Il assure que les calculs ont été faits avec soin, de manière à pouvoir compter sur leur exactitude: voici ces erreurs, & celles de ces mêmes Tables corrigées par la formule précédente.

LIEUX des Observations.	DATES DES ÉCLIPSES.	ERREURS des Tables de Mayer.	ERREURS des Tables corrigées.
Babylone.	720 ans avant notre ère, 19 Mars.	— 24' 55"	— 4' 23"
Babylone.	382 ans... 22 Décembre.	— 26' 0"	— 8' 32"
Alexandrie.	200 ans... 22 Septembre.	— 17' 0"	— 1' 16"
Alexandrie.	364 ans après notre ère, 16 Juin.	— 12' 40"	— 2' 30"
Caire.	977 ans... 12 Décembre.	— 1' 12"	+ 3' 12"
Caire.	978 ans... 8 Juin.	— 0' 18"	+ 4' 52"

On voit ainsi que la formule précédente rapproche sensiblement les Tables, des observations anciennes; si l'on considère l'incertitude de ces observations, & celle qui reste encore sur les masses des Planètes, on trouvera qu'il n'est pas possible d'espérer un plus parfait accord entre les observations & la théorie, en sorte qu'il n'y a aucun doute:

que l'équation séculaire de la Lune, ne soit dûe à la cause que nous lui avons assignée.

Pour calculer avec exactitude les observations précédentes, il faudroit tenir compte des équations séculaires des mouvemens des nœuds & de l'apogée de la Lune. Nous avons vu, dans l'*art. précédent*, que l'équation séculaire du moyen mouvement des nœuds, est en sens contraire de celle du moyen mouvement, & qu'elle en est le quart. Cette équation est par conséquent

$$- 2'',784 . i^2 - 0'',010995 . i^3;$$

elle doit être appliquée à la longitude du nœud, donnée par les Tables.

L'équation séculaire du mouvement de l'apogée, est pareillement en sens contraire de celle du moyen mouvement, & elle en est les $\frac{7}{4}$; ce qui donne pour cette équation,

$$- 19'',486 . i^2 - 0'',07697 . i^3;$$

il faut donc appliquer cette formule, à la longitude de l'apogée, déterminée par les Tables. Mais ces corrections supposent les moyens mouvemens des nœuds & de l'apogée, exactement connus; & comme ils ont été principalement déterminés par la comparaison des observations modernes aux anciennes, il faudra revenir sur cet objet, en ayant égard aux formules précédentes.

X.

La formule que nous venons de donner pour corriger les moyens mouvemens des Tables de Mayer, ne peut servir que pour un temps limité. Pour en avoir une qui s'étende à un temps quelconque, il faudroit connoître la valeur exacte de e^2 ; mais cette connoissance suppose celle des masses des Planètes, que nous n'avons point encore.

Nous favons seulement par la théorie, que e'^2 est formé de deux parties, l'une constante, que nous désignerons par h , & l'autre variable, que nous nommerons l ; ce qui donne

$$-\frac{3n'}{2n} \cdot \int n' dt \cdot e'^2 = -\frac{3n'^2 \cdot h t}{2n} - \frac{3n'}{2n} \cdot \int n' l dt.$$

Le terme $-\frac{3n'^2 \cdot h t}{2n}$ se confond avec le moyen mouvement de la Lune; mais celui-ci, $-\frac{3n'}{2n} \cdot \int n' l dt$, produit l'équation séculaire de ce mouvement.

La valeur de l , réduite en série, par rapport aux puissances du nombre i de siècles écoulés depuis 1700, est de cette forme.

$$l = e'^2 - h + Bi + Ci^2 + \&c.$$

e' étant ici, l'excentricité de l'orbite terrestre, en 1700; en représentant donc par nt , le moyen mouvement de la Lune à cette époque, déterminé par les observations de ce siècle; on aura le véritable moyen mouvement de la Lune, en ajoutant à nt , le terme $\frac{3n'}{2n} \cdot (e'^2 - h) \cdot n' t$. L'incertitude qui existe sur les masses des Planètes, ne nous permettant pas de déterminer h ; on voit que le véritable moyen mouvement de la Lune est encore inconnu.

Si l'on fait usage des formules que M. de la Grange a données dans les Mémoires de Berlin pour l'année 1782, page 272, on aura

$$h = 0,001194442.$$

Mais on a

$$e'^2 = 0,000282311;$$

partant

$$e'^2 - h = -0,000912131:$$

d'où il est aisé de conclure que le véritable moyen mouvement séculaire de la Lune, est plus petit que le moyen mouvement séculaire actuel, de $3^d\ 41'$.

Il résulte encore des formules citées, que l'excentricité de l'orbite terrestre ne surpasse jamais, $0,07641$; d'où il suit que le moyen mouvement séculaire de la Lune, ne peut, à aucune époque, être au-dessous du mouvement séculaire actuel, de $22^d\ 27'$.

Dans le cas de $e' = 0$, le moyen mouvement séculaire de la Lune seroit le plus grand possible; mais il ne surpasseroit le mouvement séculaire actuel, que de $1^d\ 8'$; ainsi le moyen mouvement séculaire de la Lune, est toujours compris entre ces deux limites,

Le moyen mouvement séculaire actuel, plus $1^d\ 8'$;

Le moyen mouvement séculaire actuel, moins $22^d\ 27'$.

On voit que le mouvement séculaire dans ce siècle, est plus près de la première limite, que de la seconde; parce que l'excentricité de l'orbite terrestre, est maintenant peu considérable.

Ces différens résultats sont, à la vérité, subordonnés à l'hypothèse employée par M. de la Grange, sur les masses des Planètes; mais ils suffisent pour faire voir la grande influence des variations de l'excentricité de l'orbite solaire, sur les mouvemens de la Lune; influence que les siècles à venir dévoileront de plus en plus.



SUR

M É M O I R E

SUR UN NOUVEAU GENRE D'ARBRE.

AILANTHUS GLANDULOSA. L'AILANTHE GLANDULEUX.

Par M. DESFONTAINES.

LE nouvel arbre, dont j'ai l'honneur de présenter la description à l'Académie, mérite de fixer l'attention des botanistes, par la beauté de son port, de son feuillage, & sur-tout par les singularités qu'offrent les différentes parties de sa fleur. Nous le possédons depuis long-temps dans nos jardins. Il avoit été pris, jusqu'à ce jour, par la plupart des botanistes, pour le *rhus succedanea*, Lin. ou *grand vernis du Japon*, parce qu'on n'en avoit pas encore observé la fructification, & que ses feuilles ont une ressemblance très-marquée avec celle du *rhus succedanea*, Lin. décrit & figuré dans les *Amanitates Academicae*, de Kempfer. Il étoit même démontré, sous ce nom, au Jardin du Roi, depuis plusieurs années. La description que je vais en donner, fera voir que, non-seulement cet arbre n'est point le *rhus succedanea*, Lin. mais que c'est un genre très-différent de celui des *rhus*, ou *sumacs*.

Sa tige est droite, elle s'élève dans nos jardins à la hauteur de quarante à cinquante pieds; l'écorce est grisâtre, légèrement sillonnée, parsemée de taches blanches; les jeunes pousses sont couvertes d'un velouté fin & très-doux au toucher.

Ses feuilles sont grandes, lisses, alternes, pinnées avec une impaire, disposées horizontalement. Les pétioles communs font un angle plus ou moins aigu, quelquefois droit avec la tige; ils sont grêles, longs d'environ un à deux pieds, un peu tranchans en dessus, arrondis inférieurement, renflés à la base & comme articulés avec les

Mém. 1786.

L 1

tiges. De leurs côtés naissent environ vingt ou trente folioles horizontales, un peu pendantes à l'extrémité, alternes & opposées, longues de deux à trois pouces, larges d'un à deux, soutenues par un pétiole court, le long duquel s'observe une petite ligne saillante : on voit latéralement, vers leur base, quelques dents obtuses, glanduleuses en dessous ; le reste de la feuille est ordinairement entier ; les nervures transversales sont parallèles, & font un angle un peu aigu avec la côte moyenne. Tels sont les principaux caractères que nous offrent les tiges & les feuilles de ce nouvel arbre, d'après lesquels sans doute on l'avoit réuni avec les *sumacs*. L'observation des parties de la fructification va nous prouver qu'il doit former un nouveau genre, & que ce genre diffère essentiellement de tous ceux que nous connoissons.

Les fleurs sont très-nombreuses, disposées en une panicule dense qui naît du sommet des tiges ; elles sont ordinairement réunies en groupes, soutenues par un péduncule commun ; chacune est portée sur un pédicule particulier, long de quelques lignes : elles sont mâles ou femelles ; cependant j'en ai observé quelques-unes hermaphrodites ; les fleurs mâles sont les plus nombreuses. Lorsque ces trois manières d'être, s'observent dans les fleurs d'un même individu, Linnæus leur a donné le nom de *polygames*, assez généralement adopté des botanistes. Je vais décrire successivement tous les caractères intéressans que nous présentent ces trois sortes de fleurs, en commençant par celles qui ne renferment que des étamines.

Fleurs mâles.

Le calice est durable, fort petit, d'une seule pièce, couronné de cinq dents ovoïdes, droites, alternes avec les pétales.

La corolle est composée de cinq pétales ouverts, concaves, un peu obtus, d'un jaune-pâle à l'intérieur,

verdâtres en dehors, velus, rétrécis & creusés en gouttière vers la base.

Les étamines, au nombre de dix, adhèrent au réceptacle; cinq sont alternes avec les pétales, les cinq autres leur sont opposées; les filets sont grêles, blancs, droits, écartés régulièrement les uns des autres, amincis de la base au sommet, presque égaux entr'eux, un peu plus courts que la corolle: les anthères sont petites, oblongues, obtuses, jaunes-pâles, mobiles sur les filets auxquels elles adhèrent par l'extrémité inférieure de leur face externe; elles s'ouvrent longitudinalement en deux loges latérales, comme celles du plus grand nombre des plantes connues.

Fleurs femelles.

Le calice & la corolle des fleurs femelles sont attachés au-dessous du germe; du reste, ils ressemblent parfaitement à ceux des fleurs mâles.

Fleurs hermaphrodites.

Je n'ai observé qu'un petit nombre de fleurs hermaphrodites; chacune ne renfermoit que deux ou trois étamines, qui ressembloient à celles des fleurs mâles; le calice & la corolle n'offroient rien de particulier.

Chaque fleur femelle ou hermaphrodite, renferme ordinairement trois à cinq germes glabres, lisses, rougeâtres, oblongs, aplatis, un peu arqués, amincis aux deux extrémités; chacun est surmonté d'un style grêle, souvent un peu tors, à peine long d'une ligne, posé sur l'un des bords du germe, proche une petite échancrure particulière, qui devient plus sensible, à mesure qu'il prend de l'accroissement. Le stigmate est simple, évasé, parsemé de petites inégalités; les germes deviennent autant de fruits membraneux, secs, droits, veinés, glabres, très-aplatis, longs d'environ un pouce sur trois à quatre lignes de la largeur, rétrécis aux extrémités, un peu contournés

au sommet, échancrés au milieu d'un de leurs bords. Le péricarpe ne contient qu'une seule semence osseuse, lenticulaire, située latéralement proche la petite échancrure dont je viens de parler; elle y adhère, au moyen d'un *cordou ombilical*, qui se prolonge intérieurement le long d'un des bords de l'enveloppe.

Le réceptacle est étroit, couronné de petits tubercules glanduleux, & le diamètre de la fleur n'est guère que de trois ou quatre lignes.

La fleur de l'*ailanthe* exhale une odeur désagréable; lorsqu'on blesse son écorce, il en découle un suc résineux qui se durcit en peu de jours. Cet arbre croît promptement dans nos climats; comme il s'élève à une grande hauteur & qu'il a un très-beau port, on peut l'employer à l'ornement des parcs & des jardins (a).

L'on voit, d'après notre description, 1.^o que ce nouveau genre renferme plusieurs caractères très-curieux, & absolument inconnus; 2.^o qu'il est très-différent des *sumacs*. Tout ceci deviendra plus évident, en rapprochant les caractères les plus distincts que nous offrent ces deux genres, & en les comparant ensemble.

Les fleurs de tous les *sumacs* connus, sont ou hermaphrodites ou monoïques; celles de notre genre sont polygames. La corolle des premiers renferme cinq étamines; on en observe régulièrement dix dans les fleurs de l'*ailanthe*; ses pétales sont concaves & en gouttière; ceux des *sumacs* sont aplatis. Ces différences seroient déjà suffisantes pour en faire un genre distinct de celui des *sumacs*; mais il en est d'autres qui établissent une ligne de séparation encore beaucoup plus marquée entre ces deux genres: ceux que nous offrent les organes sexuels femelles & les fruits. Les rhus, comme l'on sait, ont trois styles posés sur le sommet du germe; le genre que nous venons de

(a) Le bois de l'*ailanthe* est dur, pesant, sainé & susceptible d'un très-beau poli; je le crois excellent pour les ouvrages de tour, de menuiserie & de marqueterie.

décrire, n'en a qu'un seul attaché sur l'un des bords de chacun des siens. Ce caractère ne s'observe que dans un petit nombre de plantes connues, & on ne le voit dans aucune de la famille des *sumacs*; c'est même une nouvelle exception à un principe établi par deux botanistes célèbres *Jungius* & *Dillenius*. Le premier s'exprime ainsi, page 36: *Stylus semper apici fructus seminisque coheret*; & le second dit: *Nullum dari stylum qui non è medio floris, ex medio embrione qui medium floris occupat, oriatur, cuique tyroni sit notissimum. Respons. 6.* Mais ce qui est encore plus étonnant dans notre genre, c'est que chaque fleur, soit femelle, soit hermaphrodite, renferme plusieurs germes très-distincts dans un même calice, & que chacun de ces germes devienne un fruit membraneux qui a la forme d'un légume. Dans tous les *sumacs* connus jusqu'à ce jour, chaque calice ne contient jamais qu'un seul fruit; c'est une baie plus ou moins molle, qui entoure un noyau osseux posé dans le centre & non sur le côté du péricarpe, comme celui du genre que nous venons de décrire. Ces caractères observés dans les fleurs d'un arbre, qui semble indiquer au premier coup-d'œil le rapport le plus marqué avec les *sumacs*, ont sans doute, de quoi surprendre beaucoup les botanistes observateurs.

Essayons maintenant de lui assigner le lieu qu'il doit occuper dans la chaîne des végétaux. Quoiqu'il diffère essentiellement des *sumacs*, comme nous venons de le prouver, il me paroît néanmoins s'en rapprocher un peu; en effet, il en a le port, ses racines tracent, comme celles des *sumacs*, ses feuilles sont pinnées avec une impaire & disposées de la même manière; la panicule de ses fleurs a une forme très-ressemblante, son calice est durable, couronné de cinq dents; la corolle est divisée en cinq pétales, les étamines sont posées comme dans les *sumacs*; le germe est supérieur, & le péricarpe ne renferme qu'une seule semence osseuse. Ces caractères, quoique moins essentiels que ceux qui les séparent, sont cependant apercevoir quelque

analogie entre ces deux genres. Nous pensons que celui dont nous venons de donner la description, doit être classé dans la famille des térébinthes. Nous le laisserons même auprès des *sumacs*, jusqu'à ce que de nouvelles observations, ou la découverte de quelque genre intermédiaire, nous ait fait connoître le vrai lieu que la Nature lui a fixé dans la famille que nous venons d'indiquer.

Il nous paroît qu'il importe maintenant de réunir dans un tableau abrégé, les caractères les plus essentiels qui distinguent le genre de l'*ailanthe*.

Tels sont, *LES FLEURS POLYGAMES.*

LE CALICE durable, d'une seule pièce, couronné de cinq dents.

LA COROLE a cinq pétales ouverts, concaves, roulés en gouttière vers la base.

DIX ÉTAMINES à peu-près égales à la corolle; les filets grêles & comprimés; les anthères petites, oblongues, mobiles.

UN STYLE posé obliquement sur les bords du germe, un seul stigmaté évalé.

TROIS À CINQ GERMES, plats, amincis aux extrémités qui deviennent autant de fruits membraneux, minces, allongés, échancrés au milieu d'un de leurs bords.

UNE SEULE SEMENCE osseuse, lenticulaire, posée proche l'échancrure de l'enveloppe.

LES FEUILLES ALTERNES, pinnées avec une impaire.

Flores polygami.

CALIX persistens, monophyllus, quinque-dentatus.

COROLLA petala quinque aperta, versùs basim canaliculata.

STAMINA decem longitudine corollæ, filamentis tenuibus, compressis; antheræ exiguæ, oblongæ, versatiles.

STYLUS unus, lateralis, stigma patens, germina tria-quinque, compressa, sursum attenuata.

PERICARPIUM membranaceum, oblongum, acutum, planum, altero latere emarginatum.

SEMEN unicum, lenticulare, osseum, laterale.

L'AILANTHE GLANDULEUX

Mém. de l'Ac. R. des Sc. An. v. 46. P. 22. v. 17. 116



L. Forest del.

J. de la Roche sculp.



FOLIA alterna, impari pinnata (b).

On voit, d'après ce que nous venons d'exposer, que la fleur de notre genre renferme une organisation nouvelle, curieuse, intéressante, & que l'on eût été bien éloigné de soupçonner dans un arbre qui, par son port & son feuillage, semble avoir de très-grands rapports avec les *sumacs*. Il est originaire de la Chine, & l'*arbor cali* de Rumphius, *hort. amboin.* que les Indiens appellent *ailanthe*, dans leur langue, est une espèce qui nous paroît appartenir au genre que nous venons de décrire; c'est pourquoi nous avons conservé cette dénomination pour nom générique.

EXPLICATION DE LA FIGURE.

- A. Le bouton de la fleur avec son calice.
- B. La fleur vue en devant.
- C. La fleur mâle, vue de côté.
- D. Une fleur femelle.
- E. Un germe avec le style & le stigmate.
- F. Une fleur hermaphrodite.
- G. Un fruit détaché.
- H. La semence.
- I. Cinq fruits réunis dans un même calice.
- K. Une feuille vue en dessous.

(b) Cette description a été faite sur un très-bel individu que M. le Monnier, premier Médecin ordinaire du Roi, possède dans son jardin.



SUR LA THÉORIE DE MERCURE;

CINQUIÈME MÉMOIRE,

Où l'on rectifie les principaux élémens de Mercure,
par de nouvelles Observations (a).

Par M. DE LA LANDE.

ON n'a pu observer à Paris, que la sortie de Mercure, le 4 Mai de cette année. M. de Lambre & M. Messier ont vu le contact intérieur à $8^h 39' 56''$ du matin, temps vrai, réduit à l'Observatoire. M. Inochodzow à Pétersbourg, a observé les deux contacts intérieurs à $5^h 3' 13''$, & à $10^h 27' 12''$; M. Beitler, à Mitaw, $4^h 37' 26''$, & $10^h 1' 3''$; & M. de Beauchamp à Bagdad, $6^h 0' 5''$, & $11^h 22' 52''$. Mitaw est à $56^d 39'$ de latitude, $1^h 25' 28''$ à l'orient de Paris; Bagdad est à $33^d 20'$, & $2^h 48' 15''$ à l'orient: M. de Lambre en a conclu le temps moyen de la conjonction vraie, comme on le verra ci-après.

Ce passage de Mercure sur le Soleil, vers le nœud descendant, a retardé de plus de demi-heure sur le calcul fait par les élémens que j'avois donnés pour Mercure; *Mém. de l'Académie*, 1767, page 549. Cette erreur venoit de $2\frac{2}{3}$ seulement sur la longitude géocentrique, produites principalement par le mouvement de l'aphélie que j'avois fait trop fort (b).

Les observations de Ptolémée que j'avois discutées avec un soin extrême (*Mém.* 1766), m'avoient indiqué ce

(a) Les quatre premiers Mémoires sont dans les volumes de 1766, 1767 & 1771.

(b) L'erreur des Tables de Halley étoit de $3' 56''$, & produisoit $56''$ de retard sur la conjonction; il y avoit $40'$ d'anticipation par les miennes, en calculant exactement.

mouvement

mouvement ; mais j'avois bien averti de l'incertitude (*Astr. art. 1316*). Je vois enfin, par l'observation de 1786, que malgré leur ancienneté, ces observations sont moins utiles & moins concluantes que celles qu'on a faites dans le dernier siècle & dans celui-ci.

En effet, les passages sur le Soleil, observés depuis 1661, s'accordent tous fort bien entr'eux, & donnent également le mouvement de l'aphélie de $1^d\ 33'\ 45''$ par siècle, au lieu de $1^d\ 57'$ que m'avoient donné les anciennes observations.

Pour parvenir à ce résultat, j'ai pris les passages de Mercure dans le nœud ascendant & dans le nœud descendant, deux à deux, 1661 & 1677, 1740 & 1743, 1753 & 1756, 1782 & 1786, & j'en ai déduit l'aphélie par une méthode à laquelle on n'avoit pas encore songé, & qui cependant, est la meilleure qu'on puisse employer pour avoir à la fois le mouvement de l'aphélie & celui de la Planète. Voici les huit passages; les conjonctions sont apparentes, excepté les deux dernières; mais les longitudes sont toutes dégagées de l'aberration & comptées de l'équinoxe moyen. J'y ai ajouté le lieu de l'aphélie & la longitude moyenne de Mercure, que j'en ai conclus par la méthode que je vais expliquer.

TEMPS MOYEN de la conjonction.	LONGITUDE vraie, réduite à l'écliptique.	LIÉU de l'aphélie conclue.	LONGITUDE moyenne conclue.
1661. 3 Mai $4^h\ 48^m\ 28^s$	$7^r\ 13^d\ 34'\ 24''$	$8^r\ 12^d\ 9'\ 20''$	$7^r\ 0^d\ 33'\ 50''$
1677. 7 Nov. 0. 23. 0	$1. 15. 45. 55$	$8. 12. 24. 30$	$1. 25. 1. 20$
1740. 2 Mai 10. 37. 0	$7. 12. 43. 49$	$8. 13. 23. 22$	$6. 28. 54. 0$
1743. 4 Nov. 22. 26. 8	$1. 12. 39. 31$	$8. 13. 26. 37$	$1. 23. 15. 5$
1753. 5 Mai 18. 29. 50	$7. 15. 48. 34$	$8. 13. 36. 18$	$7. 3. 7. 38$
1756. 6 Nov. 16. 17. 28	$1. 15. 15. 25$	$8. 13. 39. 37$	$1. 25. 5. 11$
1782. 12 Nov. 3. 42. 22	$1. 20. 26. 44$	$8. 14. 4. 44$	$1. 28. 42. 52$
1786. 3 Mai 17. 8. 47	$7. 13. 49. 45$	$8. 14. 8. 2$	$7. 0. 8. 25$

Mém. 1786.

M m

Pour trouver le lieu de l'aphélie & la longitude moyenne, j'ai supposé l'excentricité bien connue ; j'ai converti les anomalies vraies en anomalies moyennes, en faisant varier l'aphélie jusqu'à ce que la différence d'anomalie moyenne fut d'accord avec celle que donne l'intervalle connu des deux temps de conjonctions, en suivant l'esprit de la méthode que j'ai expliquée (*Mém. 1755, page 207*). La première idée de cette méthode remonte à Képler ; dans la suite, Manfredi & la Caille s'en sont servis pour trouver le lieu de l'apogée du Soleil, par des observations voisines des aphides ; & l'on peut s'en servir encore sans cette condition, aussi-tôt que l'équation est supposée connue (*Astr. opt. 1269*).

Voici un exemple du calcul. Les longitudes héliocentriques vraies, tirées de l'observation, & réduites à l'orbite pour 1782 & 1786, sont $1^{\circ} 20^d 28' 49''$, & $7^{\circ} 13^d 48' 52''$. En ôtant le lieu de l'aphélie tiré de mes premières Tables, on a les deux anomalies vraies $5^{\circ} 6^d 17' 7''$, & $10^{\circ} 29^d 32' 4''$ qu'il faut réduire en anomalies moyennes.

Pour cela, on peut se servir de ma Table d'équation, en appliquant à chaque anomalie vraie l'anomalie moyenne qui lui convient, de la manière suivante, & éviter les longues opérations que j'avois suivies dans mon Mémoire de 1755. On voit, ci-contre,

les équations qui répondent aux anomalies vraies ; on en conclut par de simples parties proportionnelles, que celles qui conviennent aux deux anomalies vraies ci-dessus, sont $8^d 16' 24''$, & $13^d 43' 48''$; d'où il suit que les anomalies moyennes sont $5^{\circ} 14^d 33' 31''$ & $10^{\circ} 15^d 48' 16''$, dont la différence est $5^{\circ} 1^d 14' 45''$.

C'est le mouvement d'anomalie moyenne qui devoit être d'accord avec celui des Tables supposé exact, si les équations

ANOMALIES vraies.	EQUATIONS.
$5^{\circ} 5^d 26' 38''$	$8^d 33' 22''$
$5^{\circ} 6^d 37' 1''$	$8^d 33' 59''$
$10^{\circ} 28^d 57' 10''$	$13^d 57' 10''$
$10^{\circ} 29^d 40' 33''$	$13^d 40' 33''$

que nous venons d'employer étoient justes ; mais il se trouve plus petit que celui des Tables de $6' 58''$. Cela prouve que les équations sont trop fortes , car la première augmente l'anomalie , & la seconde la diminue ; si on fait les équations plus petites , la première anomalie devenant moindre & la seconde plus grande , le mouvement augmentera ; il faut donc diminuer la longitude de l'aphélie pour chacune des deux observations : en faisant deux fois un semblable calcul , on verra bientôt qu'en ôtant $8' 37''$ du lieu de l'aphélie , on trouve le mouvement d'accord avec celui des Tables. On suppose ici que le mouvement est bien connu , & l'erreur ne peut être de conséquence , parce que l'intervalle des temps n'est pas trop long ; au reste , j'ai recommencé ensuite tous ces calculs , à mesure que j'ai corrigé les mouvemens tant de Mercure , que de son aphélie ; ceux que je viens d'employer , ne sont que pour expliquer ma méthode ; il faut même ajouter $2''$ à l'équation de 1782 , à cause de l'inégalité des secondes différences.

Lorsqu'on a ainsi trouvé le mouvement calculé d'accord avec celui des Tables , on a les lieux de l'aphélie ; on les ajoute aux anomalies moyennes , & l'on a les longitudes moyennes qui satisfont aux observations : c'est ainsi que j'ai trouvé les corrections qu'il faut faire aux époques de mes premières Tables de Mercure.

Voici ces corrections pour l'aphélie & pour la longitude moyenne , par lesquelles on voit que le progrès est à peu près proportionnel aux intervalles ; il n'y a que l'aphélie pour 1740 , où il s'en faut de $1'$; mais le passage de 1740 ne fut pas observé si exactement que les autres.

Il étoit nécessaire d'avoir toujours deux passages ensemble , pour que la conclusion fût tirée de deux observations très-

Mm ij

	APHÉLIES.	LONGIT. moyennes.
1661.	+ 20' 38"	+ 8. 33
1740.	+ 1. 43	+ 1. 51
1753.	- 0. 40	- 0. 46
1782.	- 6. 58	- 1. 6

éloignées, comme de 6 signes (*c*); mais je n'ai pu faire que quatre comparaisons, parce que nous n'avons que quatre passages observés dans le nœud descendant.

Le passage de 1631, le plus éloigné de tous, devoit être par-là le plus propre à cette détermination; mais, comme il n'a point de correspondant vers le nœud descendant, il ne peut servir que de confirmation: au reste, il s'accorde assez bien avec les huit autres. En effet, supposons la conjonction apparente, le 6 Novembre 1631, à $19^h 34'$, suivant le calcul de M. Cassini (*Elémens d'Astr.* page 593); Halley la donne seulement 2' plus tard (*Philos. Transf. abr. tome VI, page 256*). Je trouve le lieu du Soleil, compté de l'équinoxe moyen $7^{\circ} 14^d 41' 40''$; j'ajoute $1' 44''$ pour suppléer à l'effet des aberrations, & calculant le lieu de Mercure, avec les corrections qui résultent des huit autres passages ci-dessus, je trouve seulement $29''$ de moins. Cette quantité ne passe pas l'incertitude de l'observation elle-même, ainsi l'on peut compter sur les résultats que je viens de trouver, comme étant d'accord aussi avec le passage de 1631, qui est la plus ancienne des conjonctions observées, & la première observation exacte qu'on ait faite de cette planète.

Les corrections trouvées ci-devant, pour 1661 & 1782, donnent $22' 43''$ par siècle, à ôter du mouvement de l'aphélie qui étoit dans mes Tables, & il se réduit à $1^d 34' 57''$, ou $57''$ par an; de même pour le mouvement de Mercure, il y a $7' 57''$ à ôter de celui des Tables, & il devient de $2^{\circ} 14^d 4' 13''$ par siècle, ou $2^{\circ} 14^d 4' 20''$ par mes derniers résultats.

Le mouvement de l'aphélie se réduit à $56'' \frac{1}{2}$, en tenant compte de tout, comme on le verra ci-après, à l'occasion des observations de 1661 & 1677. M. de la Grange trouve $57''$, & il trouveroit seulement $56''$ en réduisant à deux

(*c*) Mais j'en ai déduit quatre fois le lieu de l'aphélie & la longitude moyenne, & ces quatre déterminations remplissent un intervalle de 125 ans, le plus long qu'il soit possible de remplir avec de bonnes observations

tiers la masse de Vénus, comme je crois qu'il faut le faire, suivant ce que j'expliquerai dans un Mémoire, sur la valeur des équations du Soleil. Une diminution de 8' sur le mouvement séculaire, n'influe pas sensiblement sur la distance moyenne qu'on en conclut par la règle de Képler, & il ne fait pas une unité sur le septième chiffre du logarithme de la distance de Mercure au Soleil; en effet, le mouvement total du Soleil en cent ans, est $129\ 597\ 735''$: supposons celui de Mercure $538\ 101\ 625''$, leurs logarithmes $4,1125974$, & $4,7308643$; les deux tiers de la différence, $9,5878221$ font le logarithme de la distance moyenne, qui, suivant mes premières Tables, étoit seulement de trois unités plus petit sur le huitième chiffre.

Pour le passage de 1786, l'observation de M.^{rs} Messier & de Lambre, d'accord à la même seconde, sur le contact extérieur, $8^h\ 39'\ 56''$, donnent le lieu de l'aphélie $8^{\circ}\ 14'\ 8''\ 2''$, & la longitude moyenne de Mercure $7^{\circ}\ 0'\ 8'\ 25''$, pour l'heure de la conjonction vraie, qui est arrivée le 3 Mai $17^h\ 8'\ 47''$ temps moyen, suivant M. de Lambre, à $1^{\circ}\ 13'\ 49'\ 45''$ de longitude géocentrique vraie. Les anomalies vraies en 1782 & 1786, font $5^{\circ}\ 6'\ 24'\ 5''$, & $10^{\circ}\ 29'\ 40'\ 50''$; les anomalies moyennes $5^{\circ}\ 14'\ 38'\ 8''$, & $10^{\circ}\ 16'\ 0'\ 23''$, dont la différence $5^{\circ}\ 1^{\circ}\ 22'\ 15''$, est en effet le mouvement de Mercure, par rapport à son aphélie qui devoit avoir lieu entre 1782 & 1786; enfin l'époque de Mercure pour 1786, sera $2^{\circ}\ 3'\ 51'\ 12''$, & celle de l'aphélie $8^{\circ}\ 14'\ 7'\ 24''$.

Le passage de 1782, s'accordoît bien mieux avec mes Tables, parce que la longitude moyenne étant trop forte de $1^{\circ}\ 10''$, & l'équation soustractive trop forte, il se faisoit une compensation trompeuse, & le mouvement héliocentrique relatif de Mercure étant de $12'\ 54''$ par heure, il n'en résultoît que $8'\ 36''$ sur le temps de la conjonction; mais cette erreur même disparut en apparence, parce qu'on avoit négligé les aberrations, & qu'à cet égard, la conjonction apparente devoit arriver 8' plus tard que ne l'indiquent les

Tables, si l'on emploie le lieu apparent du Soleil & le lieu vrai de Mercure, ainsi que je l'expliquerai plus bas.

Mais dans le passage de 1786, l'équation étoit additive & trop forte de $1'49''$, à cause de l'erreur sur l'aphélie, la longitude moyenne trop forte de $1'27''$; les deux erreurs se sont accumulées, & nous ont marqué l'erreur dont on ne se défioit pas assez, par un retard de $40'$ sur le temps du passage observé.

Pour 1753, les Tables s'accordoient bien, parce que ce passage étoit voisin du temps où j'avois déterminé l'aphélie, & que ce passage m'avoit servi d'ailleurs à déterminer l'époque; mais comme depuis 1753, on n'avoit point vu de passage dans le nœud descendant, on n'avoit pu reconnoître la lenteur du mouvement de l'aphélie que le passage de 1786 a rendu si sensible.

Cependant la diminution du mouvement de l'aphélie étoit indiquée déjà par les observations de 1658, que M. Méchain avoit calculées, par celles de 1672, 1673 & 1683, que j'avois rapportées (*Mém. 1766, page 502*); enfin par celle de 1776 (*Mém. Acad. 1777, page 150*). Je vis même que cela s'accordoit avec des observations de M. Pigott & de M. d'Agelet, faites en 1779; aussi j'annonçai que je me préparois à revenir sur cette matière. Enfin le passage de Mercure sur le Soleil, a levé tous mes doutes.

M. Méchain n'ayant point publié les calculs qu'il avoit faits à ma sollicitation, sur les observations d'Hévélius, je crois qu'il sera utile de les placer ici pour donner une confirmation du mouvement de l'aphélie que je viens d'établir.

Le 10 Nov. 1658, au matin,	{	Haut. de Procyon à $7^h 7' 30'' \dots 31^d 55'$.
		Haut. de la Chèvre à $7. 9. 15 \dots 41. 43$.

Pour savoir combien l'horloge s'écartoit du temps vrai, il faut calculer ces deux hauteurs. L'ascension droite apparente de Procyon pour ce temps-là, étoit $110^d 20' 16''$, & sa déclinaison apparente $6^d 0' 55''$ boréale. L'ascension

droite de la Chèvre $72^{\text{d}} 54' 17''$, sa déclinaison apparente $45^{\text{d}} 33' 13''$, boréale. On trouve l'erreur de l'horloge de $8' 16''$ par la hauteur de Procyon, & de $8' 13''$ par la hauteur de la Chèvre; on s'est arrêté à $8' 15''$ que l'on a ôté de l'heure de toutes les distances.

Voici les ascensions droites & les déclinaisons des trois étoiles auxquelles Hévelius a comparé Mercure.

	ASCENSION droite.	DÉCLINAISON.
Arcturus.	$210^{\text{d}} 0' 52''$	$20^{\text{d}} 59' 0''$ E.
L'épi de la Vierge.	$196. 48. 58$	$9. 22. 2.$ A.
La queue du Lion, &c.	$172. 55. 13$	$16. 28. 34.$ B.

On a tenu compte dans les réductions de ces étoiles, de la nutation, de l'aberration, du changement de l'obliquité de l'écliptique, de la variation séculaire de chaque étoile, & de l'inégalité particulière d'Arcturus.

La distance apparente de Mercure à Arcturus, fut observée de $29^{\text{d}} 56' 20''$ à $6^{\text{h}} 47' 45''$, temps vrai corrigé; la distance apparente pour le même instant, se trouve par mes premières Tables, de $29^{\text{d}} 55' 42''$. Pour corriger l'erreur de $38''$, il faudroit ajouter $1^{\text{d}} 28' 6''$ à l'aphélie pour ce temps-là. La longitude du Soleil étoit de $7^{\text{d}} 18^{\text{d}} 5' 4''$; la longitude géocentrique de Mercure par les Tables $6^{\text{d}} 28^{\text{d}} 56' 8''$; sa latitude $2^{\text{d}} 20' 57''$ boréale, ayant égard à l'aberration & à la nutation; son aphélie $8^{\text{d}} 11^{\text{d}} 45' 47''$; le mouvement horaire géocentrique de Mercure $2'$ en longitude, & $6''$ en latitude, tous deux croissant; la hauteur apparente de Mercure sur l'horizon $9^{\text{d}} 17' 13''$; celle de l'étoile $32^{\text{d}} 52' 50''$. Je rapporte ici tous les éléments principaux, afin que l'on puisse juger de l'exactitude des résultats; mais on remarque que les distances de Mercure qu'Hévelius mesura ce jour-là en se servant d'Arcturus,

ne sont pas très-décisives ; 1.^o parce que les variations d'Arcturus ne sont peut-être pas assez connues ; 2.^o parce que Mercure étant ce jour-là fort peu éloigné du cercle de latitude d'Arcturus, il faut changer considérablement la longitude de Mercure, & par conséquent encore plus son aphélie pour faire varier la distance d'une petite quantité : quelques secondes d'incertitude dans la déclinaison de l'étoile, jettent bien loin pour la détermination de l'aphélie de la planète.

La distance apparente de Mercure à la queue du Lion, fut observée de $42^d 45' 45''$ à $6^h 39' 45''$, temps vrai corrigé, & la distance apparente calculée par les Tables, n'est que de $42^d 43' 38''$: l'erreur $2' 7''$ en moins, fait voir qu'il faudroit augmenter l'aphélie des Tables de $36' 10''$.

La distance apparente de Mercure à la même étoile, fut observée de $42^d 46' 20''$ à $6^h 42' 15''$, temps vrai corrigé. La distance apparente calculée par les Tables corrigées d'après le résultat précédent, se trouve de $42^d 46' 1''$, trop petite encore de $19''$; ce qui fait voir qu'il auroit fallu augmenter l'aphélie, & par conséquent ajouter à celui des Tables $41' 5''$.

La distance de Mercure à l'épi de la Vierge, fut observée de $10^d 46' 20''$, à $6^h 33' 45''$ temps vrai ; la distance apparente calculée pour le même temps, ne se trouve que de $10^d 44' 53''$, trop petite de $1' 27''$; ce qui donneroit $17' 18''$ pour la correction de l'aphélie.

M. Méchain a encore calculé d'autres observations de distances de Mercure à l'Épi ; il y en a qui s'accordent avec les Tables ; cependant il paroïsoit certain que l'aphélie devoit être augmenté : si l'on prend pour cette correction un milieu entre les trois derniers résultats, on trouve $31'$, au lieu de $21'$ que donnent les passages sur le Soleil ; la différence est peu sensible pour des observations de cette espèce.

Parmi plus de cent observations de Mercure que j'avois rapportées

rapportées dans mes *Éphémérides* (tome VIII, page xcv & suivantes), il n'y en avoit que deux où l'erreur passoit une minute; mais elles excitèrent beaucoup mon attention. J'avois commencé à m'en occuper, & elles me faisoient penser aussi qu'il faudroit diminuer le mouvement de l'aphélie, & sa longitude actuelle, donnée par mes Tables.

En effet, corrigeant ainsi l'aphélie & l'époque, on diminue de 1' l'erreur des Tables qui se trouvoit de 85", le 31 Mai 1779, suivant l'observation de M. Pigott, calculée par M. de Lambre.

On diminue aussi l'erreur dans une observation de M. d'Agelet, que je vais rapporter, parce que je n'en avois jamais trouvé qui s'écartât autant du calcul. Le 3 Juin 1779, à 22^h 26' 26" temps moyen, réduit à l'Observatoire royal, ascension droite 49^d 16' 14", déclinaison 14^d 15' 29" boréale, longitude 1' 20^d 40' 9", latitude 3^d 49' 29"; l'erreur des Tables + 1' 33" en longitude, se réduit à 41" en faisant la correction indiquée par les passages de Mercure.

Mayer avoit aussi reconnu que le mouvement de l'aphélie n'étoit que de 56" $\frac{1}{2}$ dans les résultats qu'il donna après le passage de 1753, *Comm. Gotting. tome III*; mais je ne regardois pas cette conclusion, comme bien sûre, parce qu'elle supposoit l'excentricité comme dans Halley. Cependant M. Triesnecker a calculé sur ces élémens de Mayer, des tables de Mercure, qui s'accordent bien avec les observations. *Ephémérides de Vienne, pour 1788*.

Les observations que j'avois faites en 1764, pour déterminer l'aphélie de Mercure, m'avoient fait juger qu'il étoit 8 à 10 minutes plus avancé que dans les tables de Halley; je trouve ici 7 minutes seulement, mais 2' ou 3' devoient échapper à l'espèce d'observations que j'y employois alors. Les passages de Mercure sont, par leur nature, d'une exactitude supérieure. Il est vrai qu'ils ne déterminent l'aphélie qu'en supposant l'excentricité bien connue, mais comme l'erreur est sensiblement la même dans tous les

Mém. 1786.

N n

passages quand on les prend ensemble, & dans les deux nœuds à la fois, ils n'en donnent pas moins bien le mouvement de Mercure & celui de son aphélie. A l'égard du lieu de l'aphélie, on va voir que j'ai déterminé l'équation, de manière à n'avoir de ce côté-là aucune incertitude sur le lieu de l'aphélie.

Halley, après le passage de 1723, corrigea ses tables de Mercure, imprimées dès 1717, il ajouta $28''$ à l'époque, & augmenta de $20''$ le mouvement séculaire (*Philos. Transf.* 1725, n.^o 386); il auroit dû ajouter plus de $2'$, mais on n'avoit pas encore d'observations suffisantes pour s'en apercevoir. A l'égard du mouvement de l'aphélie, qu'il faisoit de $52''\frac{1}{2}$, il n'y changea rien, n'ayant pour guide alors que le résultat de Newton, tiré d'une théorie trop imparfaite (*Princip. Mathém. liv. I, prop. 66, cor. 16; & liv. III, scholie de la prop. 14*). Newton supposoit que le mouvement de l'aphélie de Mercure étoit produit par l'action de Jupiter, & qu'il étoit à celui de l'aphélie de Mars comme les durées de leurs révolutions; mais depuis soixante ans, les observations se sont multipliées, les calculs ont été faits plus rigoureusement, & M. de la Grange, dans les *Mémoires de Berlin*, pour 1782, trouve le mouvement annuel de l'aphélie de $57''$ par an, à peu-près comme je viens de le trouver par les passages sur le Soleil.

Ainsi, les résultats que je viens de donner, ne pourront être susceptibles que de fort petits changemens, & nous ne serons plus exposés à manquer une observation par le défaut de nos Tables.

De l'équation de Mercure.

Les passages de Mercure ne peuvent déterminer le lieu de l'aphélie, qu'en supposant l'excentricité exactement connue; celle-ci ne peut se déterminer mieux que par les plus grandes digressions de Mercure observées dans les apsidés : il est vrai qu'une seule seconde d'erreur sur l'élon-

gation, en produit cinq sur la plus grande équation, mais aussi les 5" n'en produisent pas deux sur le lieu vu de la Terre; ainsi je me suis appliqué à discuter toutes les observations que j'ai pu rassembler pour bien déterminer l'équation de l'orbite, & je crois y être parvenu à moins d'une minute près.

Voici soixante-quinze observations faites vers l'aphélie & le périhélie dans vingt-trois digressions de Mercure, dont douze vers l'aphélie & onze vers le périhélie. C'est tout ce que j'ai pu rencontrer parmi les observations imprimées jusqu'ici, celles qui sont parvenues à ma connoissance, & celles que je me suis procurées.

La première des douze digressions aphéliques est celle que M. le Monnier observa le 4 Août 1747 (*Mém. 1774, page 242, 251, Ephém. page 95*). Mes Tables corrigées pour l'aphélie & pour la longitude, donnent 31" d'erreur sur l'élongation, ce qui indique une équation trop forte; mais il y a peu d'observations où l'erreur soit si considérable.

La seconde digression est celle du 19 Août 1759, observée par M. Messier, & que j'ai calculée (*Mém. 1767, page 547*); elle donne une élongation plus petite seulement de 8" que les Tables.

La digression aphélie de 1767, rapportée par M. le Monnier (*Mém. 1774, page 243*), donne un résultat différent, & qui semble indiquer une équation plus grande; elle est même confirmée par une observation de M. Maskelyne, du 2 Août, que j'ai calculée; mais la différence n'est que de 7 à 8 secondes, ce qui ne feroit qu'une demi-minute sur la plus grande équation.

La quatrième digression est celle du 24 Juillet 1774, observée par le P. Fixlmillner, à Cremsmünster, (*Decennium astronomicum, pag. 138*); mes Tables donnent 39" de trop pour la longitude.

J'ai aussi rapporté deux observations faites vers l'aphélie, en 1776: M. de Lambre les a calculées, d'après les obser-

vations Espagnoles de M.^r Tolino & Varela ; elles sont trop loin de la grande digression, pour pouvoir en tirer des conséquences sur l'équation, mais l'accord avec mes nouveaux élémens, confirme leur exactitude. L'observation du 18 Juillet 1778, par le P. Fixmillner, n'est pas loin de l'aphélie, mais elle est trop loin de la digression.

La cinquième est celle du 1.^{er} Septembre 1778, observée par M. d'Agelet (*Ephém. page xcviij*) ; l'erreur des Tableaux est de 34". Les observations de M. Pigott, les 4 & 5 Septembre, donnent 20 & 33.

Pour la sixième, il y a des observations des 14, 15 & 16 Août 1779, faites en trois endroits ; suivant M. Pigott (*Ephém. page xcviij*), l'erreur est de 10". Il y a des observations de M. Darquier, des 14 & 15 ; enfin j'y ai mis celles de M. Oriani, des 14, 15 & 16 (*Ephémérides de Milan, 1783, page 203*). J'ai refait les calculs des observations qui différoient beaucoup entr'elles dans les comparaisons de M. Oriani ; par ce moyen, il y a pour cette digression, quatre observations qui s'accordent assez bien entr'elles, & qui paroissent indiquer une diminution d'une minute ou un peu plus, dans l'équation de Mercure.

La septième est de la fin de Juillet 1780 : il y a une observation de M. d'Agelet, une de M. Oriani & une de M. Maskelyne ; elles s'accordent fort bien avec mes Tables, sans faire aucun changement sensible à l'excentricité.

La huitième est du 17 Juillet 1781 ; il y a une observation de M. Pigott.

La neuvième se réduit à une observation de M. Pigott, du 12 Octobre 1781.

La dixième est celle du 26 Septembre 1783, observée à Oxford par M. Hornsby, avec d'excellens instrumens ; quoiqu'elle soit à 24^d d'anomalie, elle mérite d'entrer ici en comparaison.

La onzième est du mois d'Août 1785, observée par M. Darquier, à Toulouse.

La douzième est celle du mois d'Août 1786, pour

laquelle j'avois averti tous les astronomes dans les papiers publics, & par des lettres particulières; aussi j'ai reçu des observations de Milan, de Marseille, de Toulouse, Genève, & Oxford, faites par M.^{rs} de Reggio, de Sylvabelle, Darquier, Mallet & Hornsby; j'y ai joint une observation de moi, & une de M. Messier à Paris. M. Messier & M. Méchain en ont fait plusieurs à Paris, mais le temps y étoit peu favorable. Quelques-unes de ces observations ne me donnoient que des ascensions droites, mais la hauteur méridienne, observée le 10 à Greenwich, de $42^{\text{d}} 49' 36''$, m'a fait voir que la latitude tirée de mes Tables n'excédoit que de $4''$ celle que donnoit l'observation; ainsi j'ai pu emprunter des Tables la latitude de Mercure, pour en conclure la longitude observée.

Cette digression a même été observée à Bagdad par M. de Beauchamp, à qui j'avois écrit pour cela; je vais en rapporter une observation. Le 27 Juillet, à $7^{\text{h}} 23' 23''$, temps vrai, à Bagdad, ou $4^{\text{h}} 35' 8''$, à Paris, l'ascension droite apparente de Mercure, étoit de $150^{\text{d}} 13' 17''.5$, & la déclinaison apparente, $12^{\text{d}} 48' 43''$; il a trouvé $4''$ de moins pour la longitude, que par mes anciennes Tables; il se sert d'un réticule rhomboïde.

La première des onze digressions périhéliees que j'ai discutées, est celle du mois de Septembre 1701, au matin, observée par la Hire, & que j'avois déjà calculée (*Mém.* 1767, page 545); M. le Monnier l'a discutée encore (*Mém.* 1774, page 244; 1775, pages 482, 487); les observations du 19 & du 20, donnent une élongation plus grande de $32''$ ou $42''$ que les Tables, suivant mon calcul. M. le Monnier, page 482, dit que l'observation du 21, confirmée par celle du 20, donne pour l'élongation, l'erreur des Tables de Halley, $1' 10''$; & page 487, une demi-minute seulement sur la longitude. En partant de la longitude donnée par M. le Monnier, je trouve l'erreur de mes Tables — $32''$, comme on le voit dans la première ligne de la Table suivante; mais pour le 12 Septembre au matin,

l'élongation qui, suivant M. le Monnier, fut observée de $17^d 25' 45''$, seroit suivant mes Tables, de $17^d 26' 11''$, & l'erreur seroit en sens contraire $+ 26''$. Aussi je n'ai pas mis cette observation dans ma Table.

La seconde digression est celle de 1753, observée par M. Messier, & que j'ai rapportée (*Mém. 1767, page 546*); je la trouvois déjà d'accord à 1" près avec mes Tables. Suivant M. le Monnier (*Mém. 1774, page 244*), l'élongation étoit de $17^d 45' 49''$; & moi je trouve $17^d 45' 50''$, la même que par mes nouvelles Tables. Il est vrai que M. le Monnier (*Mém. 1775, page 482*), donne une minute de plus; mais je crois que c'est la première qui est la bonne, quoique ce soit sur la seconde que M. le Monnier fonde l'accord de cette digression avec celle de 1701.

En effet, M. le Monnier donne pour le temps vrai du passage de Mercure, $10^h 56' 41'' \frac{2}{3}$, ce qui fait $15^d 49' 35''$ pour la différence d'ascension droite entre Mercure & le Soleil, & de-là je conclus celle de Mercure, $16^d 20' 43''$, plus grande de $33''$ que celle de M. le Monnier, mais il fait la longitude du Soleil plus petite de $35''$; ainsi nous devons avoir la même élongation comme cela se trouve en effet (*Mém. 1767, page 546; & 1774, page 244*). Cependant M. le Monnier, dans le volume suivant, quoiqu'avec le même lieu du Soleil, donne une minute de plus pour l'élongation, & je crois que c'est une faute (*page 482*); il augmente même de $18''$, *page 485*, à cause d'une augmentation sur le lieu du Soleil, mais cela ne doit rien changer à l'élongation, qui est déterminée directement, nécessairement & uniquement par le temps vrai du passage de Mercure, $10^h 56' 41'' \frac{2}{3}$. Ainsi je m'en tiens à mon premier calcul de cette observation, qui est parfaitement d'accord avec mes Tables.

La troisième digression contient des observations des 19 & 20 Septembre 1773; l'une fut faite à Cremsmunster, par le P. Fixlmiller (*Decen. astr. page 138*), elle donne

une longitude plus grande de 7" que les Tables ; l'autre est une observation de Cadix, qui fut faite d'après l'avertissement motivé que j'avois donné dans la Connoissance des Temps de 1773, sur l'importance de cette digression, & l'erreur n'est que de 2" ; M. de Lambre l'a calculée. La latitude observée, 47' 43", surpasse celle des Tables de 25", mais avec un réticule rhomboïde, on ne peut pas répondre des latitudes avec une plus grande précision.

La quatrième est celle du 3 Mars 1775, observée par M. le Monnier (*Mém. 1775, page 483*), avec beaucoup de soin & dans une circonstance très-favorable ; elle donne la longitude plus grande de 14" que par mes Tables, ce qui suppose 1' 18" à ôter de la plus grande équation ; l'erreur n'est que de 7" en partant de l'élongation donnée par M. le Monnier. L'observation de M. Maskelyne ne donne que 3", & l'observation de M. Tofiño, calculée par M. de Lambre, donne l'erreur de 13" en sens contraire ; ainsi à tout prendre, cette digression donne une erreur insensible.

La même année, M. Darquier, à Toulouse, observa Mercure vers son périhélie : les observations donnent 20 & 24" d'erreur, mais elles sont un peu trop loin de la plus grande digression ; je la compterai cependant pour une des onze digressions périhélie.

La sixième est celle du 13 Octobre 1778, Mercure fut observé à Paris par M. d'Agelet, en Angleterre par M. Pigott ; les deux observations sont rapportées dans mes Éphémérides, elles diffèrent de 31". M. d'Agelet avoit un plus grand instrument, & a observé la hauteur en même temps que le passage ; les Tables s'écartent de 37" de cette observation, & de 8" de celles de M. Pigott ; l'une & l'autre donnent une diminution à faire dans l'excentricité.

La septième est de la fin de Septembre 1779, ou du commencement d'Octobre ; il y a cinq jours d'observations, deux de M. d'Agelet, & trois de M. Pigott ; sur les cinq, il y en a trois, dont le milieu donne environ une minute

à ôter de la plus grande équation : je rejette celles du 2 & du 3, trop différentes des trois autres observations, qui sont assez d'accord entr'elles.

La huitième digression périhélie est du mois de Septembre 1780; il y a cinq observations. M. de Lambre a recalculé les deux observations de M. Darquier, il en a calculé une qu'il a trouvée dans le Journal manuscrit de M. d'Agelet; il s'en est trouvé deux parmi celles que le P. Fixlmillner m'a envoyées, & qui sont dans le huitième volume de mes Éphémérides. Il y a entre ces cinq observations, faites en trois pays différens, des différences qui vont à 27", mais celle du 15 qui tient presque le milieu, ne donne qu'une erreur absolument insensible.

La neuvième, du mois de Mars 1781, se trouve établie par six observations de M. d'Agelet, que M. de Lambre a calculées; il y a des différences qui vont jusqu'à 39" entre ces observations, mais celle du 15, qui tient à peu-près le milieu, ne donne que 5" d'erreur ou 30" d'augmentation à faire dans la plus grande équation, quantité qui est encore insensible.

La dixième se réduit à une observation de M. Pigott, du 31 Août 1781.

Enfin, la onzième est celle du mois de Septembre 1786, que j'avois également recommandée à mes correspondans, & qui a été observée à Paris, à Marseille, à Genève, à Oxford & à Greenwich. Le 20 Septembre, à 22^h 49' 8", j'ai trouvé l'ascension droite de Mercure par le Soleil, par 6 de l'Aigle & par 7, qui s'accordoient fort bien, de 162^d 42' 40", avec une lunette acromatique, montée sur l'axe de ma lunette méridienne, au Collège Mazarin; d'où j'ai conclu la longitude, 5^f 11^d 2' 10", plus petite de 19" que par mes Tables corrigées, ce qui donne 1' 25" à ôter de l'équation. En employant la déclinaison mesurée à l'Observatoire royal, de 7^d 55' 29", je ne trouve que 10" pour l'erreur des Tables. Le 21, à 22^h 48' 19", j'ai eu pour ascension droite, 5^f 16^d 30' 16", & la déclinaison à l'Observatoire.

l'Observatoire a été de $7^d 51' 7''$; d'où je conclus la longitude, $5^f 11^d 47' 35''$, plus petite seulement de $3''$ que par les Tables. L'erreur seroit de $10''$ en employant la latitude tirée des Tables. Les hauteurs observées à Greenwich le 21 & le 27, donnent des latitudes qui s'accordent avec mes Tables à $4''$ près; ainsi je crois que l'on peut préférer la longitude déduite de l'ascension droite par le moyen de la latitude tirée des Tables.

Voici donc la Table de ces soixante-quinze observations, qui forme une collection importante pour la théorie de Mercure. Jamais, à beaucoup près, l'on n'avoit constaté les élémens de cette orbite d'une manière aussi complète & aussi satisfaisante.

J'ai marqué d'abord par un *P* ou par un *A*, les digressions périhéliques & aphéliques; j'ai mis ensuite la date des observations, réduites en temps moyen, au méridien de Paris, la longitude apparente déduite de celles du Soleil ou des étoiles comptées de l'équinoxe apparent, & affectées de l'aberration; ensuite l'erreur de mes premières Tables, ou la correction qu'il faut appliquer à mes calculs pour les accorder avec l'observation, & la correction qu'il faudroit faire à la plus grande équation de l'orbite qui étoit dans mes Tables, $23^d 40' 49''$. Ainsi par la première observation, il faudroit en ôter $2' 35''$, on la réduira à $23^d 38' 14''$; mais cette observation est du nombre de celles qui s'écartent trop du résultat moyen. Il y en a quelques-unes où la correction passe $2'$, mais dans le très-grand nombre, elle est au-dessous de $2'$, & cela suffit bien pour faire rejeter les autres; cependant j'ai tout rapporté, pour qu'on puisse discuter encore les observations qui paroissent s'accorder moins avec les autres.

Les observations seroient probablement encore plus d'accord, si, quand j'ai fait tous ces calculs, j'avois eu les élémens du Soleil que M. de Lambre vient de calculer, au mois de Mai 1788, & qui ne s'écartent jamais de $10''$ des observations.

Mém. 1786.

O o

290 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE

*Observations de Mercure faites aux environs des apsidés
& des plus grandes digressions, pour déterminer
son excentricité.*

TEMPS MOYEN À PARIS.	LONGITUDE observée.	CORRECT.	CHANGEM. de l'Équation.	NOMS DES AUTEURS, Circonstances des Observations.
M. M. J.	J. D. M. S.	J.	M. S.	
P. 1701. 19 Sept. 22. 55. 34	5. 10. 51. 40	— 32	— 2. 35	La Hire, digression le 15, périhélie le 16.
20 Sept. 22. 57. 28	5. 12. 23. 55	— 42	— 3. 24	
A. 1747. 4 Août. 1. 43. 10	5. 8. 57. 4	— 31	— 2. 25	M. le Monnier, digression le 31 Juillet, aphélie le 4 Août.
P. 1753. 25 Sept. 22. 47. 51	5. 15. 41. 35	..... 0	..... 0	M. Messier, digr. le 28, pér. le 24.
A. 1759. 19 Août. 1. 41. 37	5. 22. 58. 43	— 8	+ 0. 41	M. Messier, digr. le 20, pér. le 20.
A. 1767. 30 Juillet. 1. 50. 36	5. 4. 15. 34	+ 7	+ 0. 30	M. le Monnier, digr. le 29, pér. le 1.º Août.
2 Août. 1. 56. 32	5. 6. 45. 25	+ 8	+ 0. 34	M. Maskelyne.
P. 1773. 19 Sept. 18. 26. 12	5. 9. 43. 14	+ 2	+ 0. 10	M.ºº Tosão & Varela, à Cadix.
20 Sept. 16. 18. 54	5. 10. 35. 49	— 7	— 0. 35	le P. Fixlmillner, digr. & pér. le 20.
A. 1774. 24 Juillet. 7. 15. 10	4. 28. 35. 24	— 39	— 2. 47	le P. Fixlmillner, à 23 ^d d'Ano. digression le 21.
P. 1775. 27 Févr. 1. 18. 3	11. 23. 55. 32	— 3	— 0. 15	M. Maskelyne.
3 Mars. 1. 14. 35	0. 0. 10. 48	+ 7	+ 0. 39	M. le Monnier, digr. le 7. pér. le 31.
6 Mars. 7. 1. 43	0. 4. 14. 16	— 13	— 1. 13	M.ºº Tosão & Varela.
23 Août. 23. 0. 27	4. 14. 6. 9	— 24	— 2. 31.	M. Darquier, digr. le 18, pér. le 25.
27 Août. 23. 11. 40	4. 20. 41. 2	— 20	— 1. 53	M. Darquier, trop loin de la digr.
A. 1776. 22 Sept. 6. 1. 21	6. 20. 5. 17	+ 4	+ 0. 28	M.ºº Tosão & Varela.
23 Sept. 6. 21. 9	6. 21. 32. 50	— 3	— 0. 21	Aphélie le 24, digr. le 10 Octobre.
P. 1777. 18 Juillet. 14. 50. 27	3. 7. 5. 39	— 11	.....	le P. Fixlmillner, digression le 14. aphélie le 30.
31 Juillet. 15. 27. 39	3. 29. 37. 13	+ 41	.....
23 Août. 1. 30. 9	5. 24. 8. 44	— 32	.....	M. d'Agelet.
A. 1778. 1 Sept. 1. 34. 30	6. 5. 35. 3	— 34	— 3. 22	M. d'Agelet, à 11 ^d d'anomalie.
4 Sept. 1. 56. 33	6. 8. 50. 20	— 20	— 1. 59	M. Pigott.
5 Sept. 1. 56. 0	6. 9. 50. 20	— 33	— 3. 11	M. Pigott, à 27 ^d d'anom. digr. le 5.
P. 1778. 12 Octob. 22. 44. 56	6. 2. 56. 13	— 37	— 2. 52	M. d'Agelet, digr. le 16, pér. le 12.
23. 7. 9	6. 2. 57. 6	— 38	— 0. 37	M. Pigott.
A. 1779. 14 Août. 1. 16. 31	5. 18. 20. 21	— 17	— 1. 31	M. Orsini, à Milan.

Suite des Observations, &c.

TEMPS MOYEN À PARIS.			LONGITUDE observée.	CORRECT.	CHANGEM. de l'Équation.	NOMS DES AUTEURS, Circonstances des Observations.
H. M. S.			S. D. M. S.	S.	M. S.	
A. 1779.	14 Août.	1. 47. 34	5. 18. 21. 47	— 19	— 1. 42	M. Darquier.
	15	1. 16. 30	5. 19. 28. 47	+ 7	+ 0. 37	M. Oriani.
		1. 43. 27	5. 19. 30. 13	+ 16	+ 1. 26	M. Darquier.
		2. 6. 40	5. 19. 30. 52	— 10	— 0. 53	M. Pigott.
	16 Août.	1. 16. 17	5. 20. 34. 17	— 12	— 1. 1	M. Oriani, aph. le 16, digr. le 18.
P. 1779.	29 Sept.	22. 46. 22	5. 19. 12. 11	— 16	— 1. 21	M. d'Agelet, à l'École Militaire, digr. & pér. le 30.
	1 Octob.	22. 46. 43	5. 21. 19. 8	— 5	— 0. 25	M. d'Agelet.
	2 Octob.	23. 9. 51	5. 21. 32. 11	— 50	.....	M. Pigott.
	3 Octob.	23. 10. 48	5. 23. 51. 33	+ 23	+ 1. 57	M. Pigott.
	4 Octob.	23. 12. 15	5. 25. 14. 0	— 18	— 0. 56	M. Pigott.
A. 1780.	29 Juillet.	2. 0. 28	5. 4. 5. 11	— 15	— 1. 33	M. Maskelyne.
	30	1. 51. 0	5. 5. 6. 55	+ 5	+ 0. 31	M. d'Agelet, digression le 31, aph. le 2 Août.
	31	1. 23. 2	5. 6. 4. 46	— 2	— 0. 9	M. Oriani, à Milan.
P. 1780.	12 Sept.	22. 53. 18	5. 3. 18. 3	+ 10	+ 0. 50	M. Darquier.
		22. 49. 53	5. 3. 18. 5	+ 21	+ 1. 42	M. d'Agelet.
	13 Sept.	16. 20. 40	5. 4. 1. 38	— 8	— 0. 40	le P. Fixlmillner, digr. le 13.
	15	21. 55. 13	5. 6. 47. 56	+ 4	+ 0. 23	M. Darquier, périhélie le 16.
	16	16. 25. 19	5. 7. 39. 43	— 9	— 0. 45	le P. Fixlmillner.
P. 1781.	7 Mars.	1. 3. 46	0. 1. 46. 14	— 29	.....	M. d'Agelet; trop loin de la digr.
	10	1. 9. 28	0. 6. 49. 9	— 16	+ 1. 41	périhélie le 10.
	13	1. 12. 49	0. 11. 13. 3	— 15	+ 1. 35	M. d'Agelet.
	14	1. 13. 19	0. 12. 30. 31	+ 16	— 1. 3	M. d'Agelet.
	15	1. 13. 24	0. 13. 41. 12	— 5	+ 0. 30	tient le milieu entre les 5 dernières.
	16	1. 13. 9	0. 14. 45. 49	+ 3	— 0. 18	digr. le 15 à 24 ^d d'anomalie.
A. 1781.	17 Juillet.	2. 4. 40	4. 21. 32. 14	— 28	— 2. 5	M. Pigott, à 11 ^e 18 ^d d'anomalie.
P. 1781.	31 Août.	23. 8. 50	4. 22. 6. 21	— 30	— 2. 58	M. Pigott.
A. 1781.	12 Octob.	0. 49. 57	7. 2. 56. 43	— 20	— 2. 45	M. Pigott, à 11 ^e 14 ^d d'anom. trop loin de la digression.
A. 1783.	26 Sept.	1. 32. 44	6. 27. 34. 51	— 14	.....	M. Hornby, à 25 ^d d'anomalie.
A. 1785.	28 Août.	1. 41. 5	6. 2. 38. 28	+ 17	.....	M. Darquier, à 18 ^d d'anomalie, digr. le 28.
A. 1786.	28 Juillet.	1. 40. 14	5. 29. 6. 55	— 3	.....	moi, 10 ^e 5 ^d d'anomalie.

Suite des Observations, &c.

TEMPS MOYEN À PARIS.			LONGITUDE observée.	CORRECT.	CHANGEM. de l'Équation.	NOMS DES AUTEURS. Circonstances des Observations.
H. M. S.			S. D. M. S.	S.	M. S.	
A. 1786.	5 Août.	2. 1. 31	5. 9. 48. 54	— 13	— 1. 3	M. Hornsby, à Oxford.
	7 Août.	1. 46. 9	5. 12. 7. 45	— 7	— 0. 34	M. Reggio, à Milan.
	8 Août.	1. 32. 9	5. 13. 13. 36	+ 1	.....	M. Mallet, à Genève.
		1. 51. 5	5. 13. 14. 11	— 13	— 1. 3	M. Darquier.
	9 Août.	1. 30. 28	5. 14. 17. 6	— 15	— 1. 13	M. Reggio, à Milan.
	10	2. 25. 34	5. 15. 21. 1	— 9	— 0. 42	M. Messier, aph. le 10, digr. le 11.
		1. 50. 28	5. 15. 14. 20	— 16	— 1. 14	M. Darquier.
	11 Août.	1. 41. 59	5. 16. 17. 46	— 8	— 0. 38	M. Reggio, à Milan.
		2. 0. 21	5. 16. 18. 28	— 8	— 0. 40	M. Hornsby.
	12	1. 40. 26	5. 17. 13. 26	— 17	— 1. 19	M. Reggio.
P.	18 Sept.	22. 40. 3	5. 9. 58. 38	— 4	— 20	M. de Sylvabelle, à Marseille.
	20	22. 58. 19	5. 11. 2. 37	— 9	— 40	M. Maskelyne.
		22. 49. 8	5. 11. 2. 20	— 10	— 0. 44	moi.
	21	22. 48. 19	5. 11. 47. 35	— 3	— 0. 13	moi.
	21	23. 2. 30	5. 11. 47. 55	— 12	— 1. 0	M. Hornsby.
	22	23. 2. 12	5. 12. 41. 20	— 13	— 1. 7	M. Hornsby, périhélie le 23.
		22. 33. 19	5. 12. 40. 22	— 2	— 0. 10	M. Mallet à Genève, digr. le 24.
		22. 36. 50	5. 12. 40. 40	+ 10	+ 0. 50	M. Bernard, à Marseille.
26 Sept.	22. 59. 56	5. 17. 24. 9	— 7	.....	M. Maskelyne.	

J'ai pris le milieu entre ces différentes digressions, en omettant celles qui s'écartent trop des autres; il en a résulté une diminution d'environ 30" à faire à la plus grande équation, qui dans mes Tables étoit de 23^d 40' 49". Cette quantité est insensible sur les plus grandes digressions, puisqu'elle ne produit que 5 à 6" d'erreur. Les digressions de 1786, observées encore plus exactement que les autres, m'ont donné cette correction d'environ 50"; en sorte que je m'en tiens à 23^d 40' 0"; & c'est sur cette quantité que M. de Lambre a calculé la Table des équations & des

distances de Mercure au Soleil, qui est dans la *Connoissance des Temps de 1789*.

Quand je réduisois l'équation à $23^d 40' 20''$, je trouvois qu'il falloit ajouter $35''$ au lieu de l'aphélie que j'avois trouvé par les passages sur le Soleil, & $5''$ aux longitudes moyennes de Mercure. C'est ainsi que je l'ai fait dans les Tables qui sont dans la *Connoissance des Temps*; en la faisant de $23^d 40'$, il faudra ajouter encore $24''$ à l'aphélie, & $3''$ aux longitudes moyennes; mais le mouvement restera toujours le même, parce que la diminution de l'équation influe à-peu-près également sur les quatre comparaisons que j'ai faites des huit passages sur le Soleil.

On voit par-là pourquoi l'excentricité déduite des passages de Mercure (*Mém. de 1767, page 545*) approchoit beaucoup de celle que je trouve actuellement par un plus grand nombre d'observations; c'est que vers ce temps-là j'avois déterminé assez exactement le lieu de l'aphélie par mes observations faites sur les plus grandes digressions dans les moyennes distances.

Les digressions qui donnent une diminution de 2 à $3'$ pour l'équation, sont celle de 1701, sur laquelle il y a du doute comme je l'ai expliqué; celle de 1747, faite avec de bien petits instrumens; celle d'Août 1775, trop loin de la digression, & celle de Septembre 1778 trop loin de l'aphélie. Les autres donnent des différences qui sont peu sensibles, & elles sont contredites par des observations également décisives, qui donneroient une augmentation à faire dans l'équation, comme l'observation de 1767, & celle du 3 Mars 1775, faites par M. le Monnier; celles du 30 Juillet 1780 & du 15 Mars 1781, par M. d'Agelet; toutes les quatre avec de grands & de bons instrumens. Les digressions de 1753, 1759, 1780, ne donnent pour ainsi dire aucune correction.

On ne doit pas être bien étonné de trouver des différences de $30''$ entre différentes observations, comme entre celles qui sont du même jour, mais faites en des lieux

différens, ou dans des jours consécutifs. Les erreurs sur les lieux du Soleil & des étoiles, celles qui sont inevitables dans chacune des deux observations, ne fût-ce que d'une demi-seconde de temps, suffisent bien pour produire ces différences. Cependant, en choisissant les résultats qui sont les plus cohérens entre eux, on trouve de quoi juger assez bien que la plus grande équation de Mercure ne diffère guère de $23^d\ 40'$, & que celle de Halley, $23^d\ 42'\frac{1}{2}$ est certainement trop forte.

M. le Monnier donne, pour l'excentricité, deux résultats différens (*Mém. de 1775, pages 286 & 486*) ; dans l'une l'équation seroit de $49''$ plus petite que la mienne ; & c'est en employant l'observation de 1767, qui s'accorde avec beaucoup d'autres. Dans l'autre résultat, M. le Monnier trouve une diminution de $3' 19''$ par les observations de 1747 & 1775 ; mais l'observation de 1747, donne une correction des Tables de $3 1''$, c'est-à-dire plus grande que la plupart des autres ; aussi elle fournit un résultat extrême auquel on ne doit pas donner la préférence. Le premier résultat de M. le Monnier me paroît donc préférable, & c'est celui qui s'accorde avec les miens, ce qui me fournit une confirmation.

Si l'on considère séparément les observations aphélies & périhélies, on trouve par les premières la correction d'une minute, & par les autres, de $10''$ seulement. Dans les deux dernières digressions, on trouve $55''$ pour l'aphélie, & $30''$ pour le périhélie ; cela sembleroit indiquer que la distance moyenne qui est déduite de la règle de Képler, est un peu trop grande ; c'est ce résultat que sembloient donner aussi les observations de Mars dans la quadrature du mois de Février 1786. Cette différence est trop petite pour pouvoir la distinguer avec certitude au milieu des inégalités d'observations ; cependant, je n'ai pas voulu négliger de proposer ce doute qui mérite bien d'être éclairci. Les quantités de $1'$ & de $10''$ produiroient environ $12''$ & $2''$ d'erreur sur les elongations de Mercure, aphélie & périhélie ;

il y auroit 5" à ôter pour la distance moyenne, & 7" pour l'excentricité, ce qui feroit 35" à ôter de la plus grande équation ; il y auroit donc 2,2 à ôter de la distance moyenne qui, dans mes Tables, est 38710, & 25 du logarithme de la distance moyenne, ou de 9,587822. L'équation étant supposée 23^d 40' 0", l'excentricité au lieu d'être 7960 sera 7955,4 ; car, dix parties de l'excentricité répondent à 1' 47" d'équation. La petite incertitude qui nous reste sera bientôt levée par de nouvelles observations ; & pour que les astronomes soient avertis à l'avenir des digressions qu'il importe le plus d'observer, je vais marquer ici les temps où elles arrivent vers les apfides, avec la longitude de Mercure pour ces temps-là.

		LONGIT.	DIGRES.	PASSAGES.
Mercure, Aphélie passant le matin,	1. ^{er} Avril	11 ^h 14 ^d	27 ^d 51'	1 ^h 39' avant midi.
Aphélie le soir.....	9 Août.	5. 14	27. 39	1. 41 après.
Périhélie le matin.....	14 Sept.	5. 14	17. 35	1. 5 avant.
Périhélie le soir.....	14 Févr.	11. 14	18. 6	1. 6 après.

La première & la dernière arriveront du moins à-peu-près en 1789, & la deuxième & la troisième ont eu lieu cette année, en 1786, assez exactement, comme on l'a vu ci-devant.

Ainsi, en général, quand on verra Mercure passer au méridien, le matin vers le 1.^{er} Avril, ayant 11^h 14^d de longitude, ce sera une longitude aphélie importante à observer, & ainsi des autres ; quelques jours avant ou après, les observations sont à-peu-près également importantes.

Il y a quatre-vingt-sept digressions dans la révolution de treize ans, qui ramène Mercure à-peu-près aux mêmes configurations avec le Soleil ; & sur les quatre-vingt-sept, il y en a à peine douze qui soient près des apfides : ainsi celles de 1789 sont très-dignes d'attention, & je les ai annoncées avec soin à tous les astronomes qui ont d'assez grands instrumens pour pouvoir faire ces observations rares & difficiles.

Les digressions propres à déterminer l'aphélie, sont beaucoup plus fréquentes, ainsi on pourra s'assurer de cet élément; alors les passages de Mercure sur le Soleil, serviront à connoître mieux l'excentricité, & remplaceront les digressions aphélies & périhélies, qui sont trop rares.

L'aberration de Mercure dans ces digressions, est à-peu-près égale à celle du Soleil; ainsi l'on ne doit pas employer l'une sans l'autre; mais dans tous mes calculs, je les ai employées toutes deux. Quand jusqu'ici, les astronomes appliquoient l'aberration de Mercure, en ne tenant pas compte de celle du Soleil, & que l'aphélie étoit à l'occident du Soleil, ils trouvoient les digressions de Mercure, par rapport au point apparent, plus occidental de $20''$ que le vrai centre du Soleil, autour duquel Mercure fait sa révolution; ainsi on trouvoit une excentricité trop petite, & l'équation d'environ $2'$ moindre que la véritable. C'étoit à la vérité le contraire, quand l'aphélie étoit à l'orient; mais on n'avoit pas assez d'observations de cette espèce pour que la compensation pût se faire.

Ainsi il est nécessaire d'augmenter de $20''$ le lieu du Soleil qui est dans nos Tables, lorsqu'on calcule le lieu de Mercure vu de la Terre. L'aberration du Soleil produit encore une plus grande erreur pour Vénus; elle peut aller jusqu'à $1' 12''$ sur la longitude géocentrique de Vénus.

Si l'on pouvoit négliger les deux aberrations dans les plus grandes digressions de Mercure, parce qu'elles sont presque égales, il n'en seroit pas de même dans les conjonctions; car les aberrations de Mercure & du Soleil diffèrent de $30''$ dans les conjonctions supérieures, & elles sont de signes contraires dans les conjonctions inférieures; aussi en ai-je tenu compte dans la Table des passages sur le Soleil, que j'ai employée dans ce Mémoire.

La différence est considérable dans ces passages; car si l'on suppose la conjonction vraie, en 1786, à $17^h 8' 47''$, temps moyen, à $1^h 13^d 49' 45''$ de longitude vraie, les Tables qui donnent le lieu apparent du Soleil de $1^h 13^d$

49' 10", donneroient pour la conjonction, 17^h 4' 42" seulement; mais en employant les deux aberrations, on aura la conjonction apparente, 17^h 15' 39", & 1' 13^d 49' 42" pour le lieu apparent du Soleil & de Mercure.

Ainsi l'on trouveroit pour le temps de la conjonction observée, 10' 55" de plus que par les Tables supposées exactes, mais dans lesquelles on emploiroit, comme on a coutume de faire, le lieu apparent du Soleil, & le lieu vrai de Mercure; c'est-à-dire, que les passages de Mercure sur le Soleil, retarderoient de 10' 55" sur les Tables, sans qu'il y eût aucun défaut dans celles-ci, par le seul effet des aberrations, & quoiqu'il n'y eût que 3" de différence pour le lieu de la conjonction. Ce retard est de 8' 4" de temps, dans le passage de 1782, voilà pourquoi mes Tables qui auroient donné la conjonction 8' 36" trop tard, ne paroissent retarder que de quelques secondes de temps; car la conjonction annoncée d'après mes Tables, dans mes Éphémérides, pour 4^h 4' 3", auroit dû s'annoncer pour 4^h 12' 7" à cause des aberrations; mais on l'a observée à 4^h 4' 15" ou 7' 52" plus tôt, & j'ai remarqué ci-dessus qu'elle devoit arriver 8' 36" plus tôt que par les Tables, à cause de l'erreur sur l'aphélie & les époques: c'est ainsi que les deux erreurs se compensèrent, & augmentèrent notre illusion. De-là il suit que, dans la Table des conjonctions de Mercure observées, si l'on conserve les temps qui ont été déterminés par observation, il faut ajouter 1' 44" aux longitudes héliocentriques, dans le mois de Novembre, & 54' dans le mois de Mai. A l'égard de la latitude, il faut ôter 4", 6 dans les premiers, & ajouter 3", 3 dans les autres, en supposant la latitude boréale; c'est le contraire si elle est australe.

On trouve au sujet de cette aberration, une difficulté de M. le Monnier (*Mém.* 1782, page 649, ligne 1.^{re}). On doit négliger, dit-il, dans cette recherche, la différence des aberrations du Soleil & de Mercure, puisqu'on n'aperçoit en effet aucun rayon venant de cette planète.

Mém. 1786.

P p

Cette difficulté que M. le Monnier a développée verbalement à l'Académie, le 12 de Juillet 1786, vient de ce qu'il considère le rayon qui rase le bord de Mercure, comme s'il ne nous faisoit apercevoir qu'une portion du Soleil; mais ce rayon solaire appartient aussi à Mercure, tout comme le rayon lumineux qui partiroit de Mercure même si cette planète étoit éclairée. En effet, on ne peut dire que Mercure éclairé & Mercure obscur, paroîtroient en deux endroits différens : or Mercure lumineux auroit une aberration de 7", à raison de son mouvement, pendant le temps que la lumière met à venir de cette planète jusqu'à nous; donc Mercure obscur doit avoir la même aberration. Les rayons qui ont passé tout autour de son disque, sont ceux qui nous font voir la place où Mercure étoit quand ces rayons ont passé sur ses bords.

Le rayon qui touche Mercure, pour venir à notre œil, fait pour le point du Soleil d'où il est parti, une aberration de 20", & il fait par conséquent, sur le bord de Mercure qu'il a touché, une aberration de 7".

L'on ne peut pas dire que nous voyons le Soleil, & que nous n'apercevons point Mercure; car nous voyons tous les points du ciel qui environnent Mercure, & cela par des rayons qui ont touché Mercure, & qui, par cela même, sont des rayons de Mercure; nous voyons les points du ciel où Mercure n'est pas, mais qui environnent l'endroit où il étoit, quand ces rayons ont passé tout autour de lui; ces rayons nous font voir un vide, mais ce vide étant produit par Mercure, ne peut paroître qu'à l'endroit où paroîtroit cette planète, où elle étoit quand les rayons qui laissent ce vide ont passé à l'endroit où le vide s'est formé. Il est donc certain qu'il faut tenir compte de deux aberrations qui sont en sens contraire, & dont la somme fait que la conjonction apparente arrive 8' plus tard que la conjonction vraie.

Des latitudes de Mercure.

Après avoir discuté de nouveau les latitudes de Mercure, je ne vois presque rien à changer dans mes Tables. M. de Lambre a calculé trente-sept observations faites par M. d'Agelet, avec le grand mural de l'École Militaire, entre 1778 & 1781 (*Ephém. tom. VIII, Mém. 1784, page 74*) ; l'erreur est insensible ; & comme elles sont faites avec le plus grand & le meilleur instrument qu'on ait employé à ces sortes d'observations, elles décident la question. Voici les plus grandes latitudes observées, qu'il y ait parmi les trente-sept que M. de Lambre a calculées sur mes Tables, avec l'erreur de ces mêmes Tables, ou la correction qu'il faut y appliquer pour accorder les Tables avec les observations.

	LATITUDES.	CORRECTIONS des Tables.
	D. M. S.	S.
1779. 14 Avril.	2. 8. 56. B	— 5
15 Avril.	2. 17. 2. B	+ 3
3 Juin.	3. 49. 6. A	+ 8
1 Sept.	3. 58. 50. A	— 5
1780. 14 Janv.	2. 26. 37. A	+ 5
27 Mai.	2. 53. 48. A	+ 5
28.....	2. 47. 8. A	+ 11
29.....	2. 39. 56. A	+ 2
2 Juin.	2. 5. 59. A	+ 2
1781. 17 Mars.	2. 23. 53. B	+ 4

Ces erreurs étant insensibles, je ne changerai rien à l'inclinaison qui, dans mes Tables, est de 7^d 0' 0". Mayer la faisoit de 10" plus forte. (*Comment. Gott. t. III*).

P p ij

Pour le lieu du nœud, il a été vérifié cette année par la distance du bord boréal de Mercure à celui du Soleil, observée à Upsal par M. Prosperin, de $4' 24''$. Supposant le demi diamètre du Soleil, $15' 52'' \frac{1}{2}$, celui de Mercure $6'' \frac{1}{2}$ & l'effet de la parallaxe $6'' \frac{1}{2}$, je trouve que la plus courte distance a été $11' 29''$, & la latitude vraie en conjonction vraie, $11' 42''$, ou $2''$ de moins que par mes Tables.

M. Inochodzow, habile astronome de Pétersbourg, y a observé les deux contacts intérieurs; M. de Lambre en a conclu la plus courte distance $11' 21''$, ce qui donne pour l'erreur géocentrique des Tables $2' 43''$, comme par l'observation de M. Prosperin sur la plus courte distance comparée avec celle de la sortie, par M. de Lambre; il trouve $17''$ pour l'erreur en latitude qui se réduit à $1''$, quand on corrige la longitude, ce qui prouve qu'il n'y avoit presque rien à changer sur le lieu du nœud qui se trouvoit dans mes premières Tables.

En 1782, j'ai trouvé la latitude vraie par observation $15' 52''$, les Tables donnent $15' 43''$ pour le moment de la conjonction vraie, c'est $9''$ de moins: ces erreurs sont peu sensibles, mais si l'on veut y avoir égard, on trouvera qu'elles donnent à peu-près $1' 30''$ à ôter du lieu du nœud vers 1784.

Pour déterminer le mouvement du nœud, je n'ai pas trouvé d'observation plus ancienne & plus exacte, que le passage de Mercure observé à l'île de Sainte-Hélène par Halley, le 7 Novembre 1677, imprimée en 1679, à la suite de son Catalogue des étoiles australes. Cette observation n'avoit jamais été bien calculée; Halley n'en avoit tiré lui-même qu'un très-mauvais parti; Cassini avoit mieux fait dans ses *Elémens d'astronomie*; mais il n'avoit pu employer les aberrations, les parallaxes, les mouvemens horaires, les diamètres & l'irradiation, tels que nous les connoissons aujourd'hui; c'est ce que j'ai fait de la manière suivante. Les contacts intérieurs furent observés par Halley, à $9^h 27' 30''$, & $2^h 40' 8''$; la différence des demi-diamètres, $16' 3''{,}7$, doit être diminuée de $2''{,}4$ pour l'entrée

& de 2", 1, pour la sortie, à raison de la parallaxe; le mouvement de Mercure sur son orbite relative, dans cet intervalle de temps, est 30' 53", 8; d'où je conclus la conjonction vraie à 0^h 18' 7", temps moyen, à Paris; les longitudes vraies comptées de l'équinoxe moyen, 7^d 15^d 44' 17", & la latitude vraie, 4' 23", plus petite de 5" que par mes Tables, ce qui donne 1' 29" à ajouter au nœud; & comme j'ai trouvé 1' 30" à ôter pour 1784, cela diminue de 1", 7, le mouvement annuel du nœud; ainsi je le supposerai de 43", 3, ou 1^d 12' 10" par siècle. M. de la Grange trouve 41", 3, & il trouveroit 43" $\frac{1}{2}$ en diminuant la masse de Vénus d'un tiers; Halley nous dit que l'intervalle de temps lui paroît très-exact: or il faudroit 5" d'erreur pour produire 1" sur la latitude, ce qui en feroit 18" sur le nœud, quantité dont il n'est pas possible de répondre.

Cette observation de 1677, m'a donné occasion de recalculer également celle de 1661, faite par Hévelius; elle est rapportée en détail dans son ouvrage, intitulé: *Mercurius in sole visus*, &c. 1662. p. 69, il y donne sept fois la distance de Mercure à l'extrémité de la corde parcourue sur le Soleil, qu'il suppose divisée en cinq cents parties; je rapporte ici les temps & les distances, & je vais chercher par chacune le milieu du passage.

Si Hévelius nous eût indiqué la manière dont il marqua la position de Mercure sur son image solaire, nous pourrions y appliquer la réfraction & la parallaxe; mais il ne donne que les distances ci-jointes: au reste, chacune des parties faisant presque une minute de temps, il seroit inutile d'employer la parallaxe qui ne faisoit pas la moitié d'une partie.

TEMPS VRAI.	DIST.	MILIEU.
3 ^h 4' 0"	55	6 ^h 1' 51"
4. 26. 0	138	8. 9
5. 0. 35	179	5. 21
5. 6. 20	183	7. 27
5. 15. 15	195	5. 25
5. 29. 40	208	7. 59
7. 21. 53	331	8. 1

Dans la dernière observation, Hévelius devoit voir le diamètre du Soleil sensiblement

accourci par la réfraction; mais probablement, il en a tenu compte en observant la distance de Mercure au bord inférieur du Soleil. Cela paroît par le résultat de cette observation qui s'accorde assez bien avec les autres, & qui sans cela, en différerait beaucoup.

La première des sept observations est la seule qui s'écarte beaucoup des autres, & je ne l'ai point fait entrer dans mon résultat.

J'ai trouvé, par un calcul rigoureux, que la demi-corde étoit $15' 14''$, & qu'elle étoit parcourue en $3^h 48' 1''$. Hévélius trouvoit $3^h 48'$; j'en ai conclu pour chaque observation l'intervalle de temps compris jusqu'au milieu du passage, & j'ai sept fois le milieu comme dans la table ci-dessus. C'est-là le moyen de tirer parti de toutes les observations pour en conclure avec plus de certitude le moment important qui est ici la conjonction; le milieu se trouve par un terme moyen $6^h 7' 3''$, j'en ôte $11' 59''$ pour avoir la conjonction observée, $6' 55''$ pour avoir la conjonction vraie, à raison des deux aberrations du Soleil & de Mercure, $3' 37''$ pour l'équation du temps, & $1^h 5' 15''$ pour la différence des méridiens, il reste $4^h 39' 7''$ pour le temps moyen de la conjonction vraie réduit à Paris; la longitude vraie du Soleil, comptée de l'équinoxe moyen, étoit alors $1^{\circ} 13' 33' 28''$. Suivant les Tables, celle de Mercure est plus petite de $36''$, d'après mes nouveaux résultats.

Si l'on emploie les passages de 1661 & 1667 ainsi corrigés, pour les calculs qui sont au commencement de ce Mémoire, on trouve qu'il faut ôter $15''$ de la longitude moyenne de Mercure, & ajouter $1' 11''$ à celle de l'aphélie pour 1669, qui est l'année intermédiaire entre 1661 & 1677; mais en recommençant les calculs, j'ai trouvé $14''$ à ôter des époques en 1782, & $9''$ à ajouter à l'aphélie; par-là, le mouvement séculaire de Mercure resteroit le même, & celui de l'aphélie seroit de $74''$; ainsi on pourroit le réduire à $1^d 33' 45''$, ou $56\frac{1}{2}$ par année.

Le passage de 1661 n'est pas si propre à déterminer

le nœud; mais on voit qu'il s'accorde très-bien avec ma détermination, puisque je trouve exactement la durée qu'Hévélius avoit déduite de son observation.

Le lieu du nœud dans les Tables de Halley, est trop avancé de $5'$; & cette erreur ira toujours en croissant, parce qu'il donne au nœud un mouvement trop fort de $11' 40''$ par siècle. Ainsi, à tous égards, il est bien prouvé que mes Tables de Mercure, sont préférables à celles de Halley, même sans les corrections des moyens mouvemens qui ont fait l'objet principal de ce Mémoire.

La révolution de Mercure, en supposant son mouvement séculaire $2^{\circ} 14' 4'' 20''$, se trouve de $87^{\text{J}} 23^{\text{h}} 14' 32'', 67$, & par rapport aux étoiles $87^{\text{J}} 23^{\text{h}} 15' 43'', 64$.

Il me reste à dire un mot du diamètre de Mercure: il n'y a pas de meilleur moyen de le trouver que la durée du temps qu'il emploie à sortir du Soleil; mais cette observation est délicate, & il y a eu cette année de grandes différences entre les observations; elles vont même depuis $3' 0''$, jusqu'à $4' 41''$. En prenant le milieu entre une douzaine d'observations, je trouve $4' 25''$ pour cette durée; il devoit y avoir $4' 28''$, en supposant $6'', 9$ pour le diamètre de Mercure vu à la distance moyenne du Soleil, comme je l'avois établi, (*Mém. 1756, page 264*): ainsi je ne vois rien à changer pour cet article, à mes déterminations précédentes. Les élémens que je viens de trouver, ont formé mes nouvelles Tables qui sont dans la *Connoissance des temps de 1789*. & qui entreront dans la troisième édition de mon *Astronomie*. Je vais m'en servir pour annoncer le passage de 1799. Celui-ci fera vu complètement à Paris, & cela n'est jamais arrivé dans le nœud descendant; car, en 1661, on ne vit que l'entrée; en 1753 & 1786, on n'a vu que la sortie, & l'on ne verra pas ensuite de passage sur le Soleil dans le nœud descendant, avant 1832.

Le 7 Mai 1799, conjonction vraie à $1^{\text{h}} 10' 50''$ de temps vrai, dans $1^{\circ} 16' 54'' 11''$ de longitude vraie; conjonction apparente à $1^{\text{h}} 17' 38''$: la latitude apparente.

c'est-à-dire, diminuée de l'aberration, $3''{,}3$ sera $5' 37''{,}3$ A. La plus courte distance apparente $5' 31''{,}7$ en suivant pour le nœud mes premières Tables : mouvement horaire de Mercure vu du Soleil sur l'orbite $7' 17''{,}7$, sur l'écliptique $7' 14''{,}4$; mouvement du Soleil $2' 24''{,}9$; différence héliocentrique $4' 49''{,}5$; en latitude $53''{,}3$; inclinaison de l'orbite $10^d 26'$; mouvement relatif vu de la Terre sur l'écliptique $3' 55''{,}9$; en latitude $43''{,}5$; sur l'orbite relative $3' 59''{,}9$; distance de Mercure au Soleil $0,45351$, à la Terre $0,55646$; milieu du passage $1^h 2' 21''$; entrée du centre de Mercure $9^h 19' 59''$, sortie $4^h 44' 43''$ temps vrai vu du centre de la Terre. Je suppose le demi-diamètre du Soleil $15' 49''$, c'est-à-dire, diminué de $3''$ comme je l'ai expliqué (*Mém. 1770, page 403*). Le demi-diamètre de Mercure emploiera $1' 41''$ à entrer & à sortir, en le supposant de $6''{,}3$, comme dans mon *Astronomie*.

J'ai calculé de même sur mes élémens, tous les passages de Mercure jusqu'à la fin du siècle prochain, pour le nœud descendant; ils seront dans la troisième édition de mon *Astronomie*, que je prépare actuellement.

Je terminerai ce Mémoire par un recueil d'observations faites à Paris, à Cadix & à Oxford, avec de très-bons instrumens & très-propres à vérifier mes nouvelles déterminations. On verra dans les premières la comparaison des Tables de Halley avec les miennes, & avec les Tables que j'avois publiées dans mon *Astronomie*, & l'on jugera mieux de l'avantage des nouvelles qui sont dans la *Connaissance des Temps de 1789*.

Je rapporterai de même des observations faites en Pologne, d'après l'invitation pressante que j'avois faite à tous les astronomes munis d'assez bons instrumens; enfin celles de M. de Beauchamp, Vicaire général de Babylone, qui vient de faire construire un Observatoire à Bagdad, & dont le zèle nous tient lieu aujourd'hui de celui des anciens Chaldéens & des Arabes du moyen âge, qui, dans le même pays, cultivèrent l'Astronomie avec tant de succès.

Observations

*OBSERVATIONS de Mercure, faites par M. d'AGELET
à l'École Militaire, & calculées par M. de LAMBRE.*

ANNÉES, Mois & Jours.	TEMPS NOY de l'obf. royaf.	LONGITUDE apparente obfervée.	CORREC. de HALLEY.	TABLES de 1764.	TABLES de 1786.	LATITUDE apparente obfervée.	CORREC. de HALLEY.	ERREUR des Tables de 1786.
		H. M. S.	S. D. M. S.	S.	S.	D. M. S.	S.	S.
1778. Août. 23	1. 30. 9	5. 24. 3. 44	+ 16	- 54	- 32	0. 31. 39. A	+ 65	+ 33
Sept. 1	1. 34. 30	6. 5. 35. 3	+ 3	- 52	- 22	1. 51. 43. A	+ 64	+ 23
Oct. 12	2. 44. 56	6. 2. 56. 13	+ 43	- 48	- 37	1. 17. 44. B	+ 18	+ 2
Déc. 26	1. 23. 26	9. 23. 44. 53	+ 97	+ 25	+ 6	1. 41. 44. A	- 5	- 6
1779. Avril. 13	1. 6. 9	1. 11. 10. 52	+ 10	+ 13	- 13	2. 0. 22. B	+ 7	- 9
14	1. 8. 20	2. 12. 43. 41	+ 7	+ 20	- 10	2. 8. 56. B	+ 25	- 8
15	1. 10. 7	1. 14. 12. 9	+ 11	+ 18	- 3	2. 17. 2. B	+ 21	+ 6
Juin. 3	2. 26. 26	1. 20. 40. 9	- 43	+ 71	+ 11	3. 49. 6. A	+ 32	+ 8
Sept. 1	1. 14. 46	6. 0. 50. 53	- 44	+ 17	+ 19	3. 58. 50. A	+ 37	+ 1
29	2. 46. 32	5. 19. 13. 11	+ 44	+ 6	- 16	1. 13. 2. B	+ 18	+ 4
Oct. 1	2. 46. 43	5. 21. 19. 8	+ 10	- 1	- 5	1. 31. 40. B	+ 21	+ 5
13	23. 7. 20	6. 9. 41. 30	+ 48	- 16	0	1. 50. 38. B	- 18	+ 13
17	23. 16. 24	6. 16. 32. 35	+ 55	- 22	0	1. 34. 38. B	- 18	+ 20
18	23. 18. 41	6. 18. 25. 12	+ 60	- 29	+ 3	1. 29. 36. B	- 9	+ 15
Déc. 6	1. 13. 47	9. 3. 13. 1	+ 90	- 38	- 9	2. 18. 40. A	- 12	- 27
1780. Janv. 13	2. 31. 32	9. 1. 14. 59	+ 46	- 32	- 7	2. 26. 37. A	- 7	+ 1
21	2. 37. 10	9. 7. 31. 30	+ 69	+ 6	0	1. 7. 35. A	- 9	+ 11
Mai. 27	2. 26. 6	1. 14. 21. 59	+ 55	+ 49	+ 33	2. 53. 48. A	+ 13	+ 6
28	2. 26. 32	1. 15. 46. 11	+ 49	+ 40	+ 14	2. 47. 8. A	+ 15	+ 10
29	2. 28. 11	2. 17. 13. 15	+ 57	+ 44	+ 27	2. 39. 56. A	+ 17	+ 10
Juin. 2	2. 36. 45	2. 23. 27. 54	+ 58	+ 30	- 4	2. 5. 59. A	+ 4	+ 5
8	2. 56. 0	2. 4. 8. 36	+ 43	+ 20	- 1	1. 3. 49. A	- 21	- 12
9	23. 0. 0	2. 6. 4. 11	+ 40	+ 17	- 4	0. 52. 43. A	- 20	- 7
Juil. 29	1. 51. 20	5. 4. 5. 6	- 1	+ 5	+ 2	1. 1. 54. A	+ 44	0
30	1. 51. 0	5. 5. 6. 55	- 7	+ 10	+ 3	1. 13. 7. A	- 52	+ 36
Sept. 12	2. 49. 33	5. 3. 18. 5	+ 74	+ 26	+ 24	0. 33. 45. B	+ 10	- 7
Nov. 8	0. 49. 55	3. 3. 11. 42	+ 77	- 48	- 5	2. 0. 50. A	+ 29	- 2
1781. Mars. 7	1. 3. 46	0. 1. 46. 14	+ 32	- 5	- 29	0. 17. 36. B	+ 21	+ 6
10	1. 9. 28	0. 6. 49. 9	+ 36	- 1	- 16	0. 55. 48. B	+ 13	- 6
13	1. 12. 49	0. 11. 13. 3	+ 18	- 3	- 15	1. 35. 12. B	+ 21	+ 6
14	1. 13. 19	0. 12. 30. 31	+ 38	+ 22	+ 10	1. 47. 49. B	+ 14	- 7
15	1. 13. 24	0. 13. 41. 17	+ 26	+ 15	- 5	2. 0. 31. B	+ 25	+ 6
16	2. 13. 9	0. 14. 45. 49	+ 36	+ 27	+ 3	2. 22. 24. B	+ 16	- 2

Mém. 1786.

Q q

Suite des observations de Mercure, &c.

ANNEES, Mois & Jours.	TEMPS MOY. de l'Obs. royal.	LONGITUDE apparente observée	CORREC. de HALLAY.	TABLES de 1764.	TABLES de 1786.	LATITUDE apparente observée.	CORREC. de HALLAY.	ERREURS des Tables de 1786.	
	H. M. S.	S. D. M. S.	S.	S.	S.	D. M. S.	S.	S.	
1781 Mars. 17	1. 12. 28	0. 15. 43. 9	+ 22	+ 21	+ 4	2. 23. 53. B	+ 17	— 1	
18	1. 11. 21	0. 16. 33. 19	+ 9	+ 13	— 3	2. 34. 20. B	+ 13	— 20	
Juil. 5	1. 50. 35	4. 8. 51. 13	— 15	— 10	— 17	0. 48. 4. B	— 19	+ 3	
Oct. 25	22. 51. 0	4. 15. 28. 47	— 107	— 60	+ 2	0. 40. 50. A	— 16	+ 4	
1783. Sept. 26	1. 32. 44	6. 27. 34. 51			— 14	2. 3. 52. A		— 7	M. Hornby.
1786. Oct. 10	1. 50. 28	5. 15. 19. 24			— 12	1. 37. 35. A		— 4	M. Darquier.
1786. Sept. 20	22. 58. 19	5. 11. 2. 37			— 9	0. 32. 9. B		— 4	M. Maskel.
26	22. 59. 56	5. 17. 24. 9			— 7	1. 35. 10. B		— 5	M. Maskel.

Seize Observations de Mercure, faites à Cadix, par M.^{re} TOFINO & VARELA,
& calculées par M. DE LAMBRE.

	TEMPS MOYEN à Paris.	LONGITUDE observée.	CORREC. des Tab. de 1764.	CORREC. des Tab. de 1786.	LATITUDE observée	CORREC. des Tab. de 1764.
	H. M. S.	S. D. M. S.	S.	S.	M. S. D.	S.
1773 12 Juillet.	8. 10. 40	4. 5. 9. 38	— 16	— 20	1. 46. 25. B	— 32
25 Juillet.	8. 21. 11	4. 26. 44. 25	— 13	+ 2	0. 32. 20. B	— 22
19 Sept.	18. 26. 12	5. 9. 43. 14	+ 3	+ 10	0. 47. 43. B	+ 25
1774 19 Nov.	5. 48. 38	8. 19. 13. 20	— 9	— 21	2. 21. 23. A	— 3
20 Nov.	5. 36. 12	8. 19. 54. 1	— 41	— 18	2. 15. 46. A	+ 14
1775 6 Mars.	7. 1. 43	0. 4. 14. 16	— 6	— 24	1. 45. 55. B	+ 10
1776 8 Juin.	8. 29. 35	3. 12. 17. 41	+ 9	— 3	1. 41. 23. B	+ 7
9 Juin.	8. 12. 25	3. 13. 30. 58	+ 17	— 20	1. 34. 41. B	+ 8
1 Sept.	6. 42. 12	5. 15. 54. 19	— 14	+ 10	1. 23. 37. B	+ 5
22 Sept.	6. 1. 21	6. 20. 5. 17	— 30	+ 1	0. 57. 4. A	+ 6
23 Sept.	6. 21. 9	6. 21. 32. 50	— 46	+ 4	1. 4. 25. A	— 9
2 Oct.	6. 25. 11	7. 3. 41. 31	— 27	+ 9	2. 8. 15. 5. A	— 13
3 Oct.	5. 59. 15	7. 4. 54. 45	— 25	+ 6	2. 14. 50. A	+ 3
11 Oct.	5. 37. 27	7. 13. 44. 30	— 9	+ 19	2. 56. 13. A	— 15
12 Oct.	5. 35. 14	7. 14. 39. 34	— 30	+ 5	2. 59. 57. A	— 4
18 Nov.	18. 9. 39	7. 7. 54. 24	+ 16	+ 43	2. 23. 13. A	+ 8

*OBSERVATIONS de Mercure , faites à Oxford ,
par M. HORNSBY, avec un mural de 8 pieds.*

1786.	TEMPS MOYEN à Oxford,			ASCENSION DROITE apparente du centre de ☿.			DÉCLINAISON du centre de ☿.		
	<i>H.</i>	<i>M.</i>	<i>S.</i>	<i>D.</i>	<i>M.</i>	<i>S.</i>	<i>D.</i>	<i>M.</i>	<i>S.</i>
17 Janvier.	22.	49.	43,6	280.	25.	26,7	20.	2.	19,0 S
4 Mars.	23.	31.	35,2	336.	15.	30,2	12.	14.	53,9 S
8	23.	42.	34,6	342.	57.	15,2	9.	30.	10,0 S
1 Juin.	22.	21.	43,3	46.	28.	1,3	13.	56.	51,7 N
1	22.	22.	37,3	48.	39.	50,8	14.	44.	37,7 N
5	22.	24.	24,9	51.	5.	1,5	15.	36.	23,8 N
12 Juillet.	0.	55.	51,8	124.	32.	2,2	21.	33.	16,8 N
15	1.	7.	35,2	130.	25.	48,8	20.	5.	0,3 N
25	1.	35.	9,5	147.	11.	54,0	14.	20.	22,9 N
28	1.	40.	14,8	151.	25.	50,9	12.	14.	18,3 N
3 Août.	1.	46.	24,0	158.	53.	13,1	8.	25.	35,1 N
5	1.	47.	15,9	161.	4.	31,5	7.	11.	36,4 N
17	1.	46.	6,3	166.	41.	54,2	3.	44.	32,5 N
22	1.	25.	44,2	172.	26.	4,5	0.	43.	23,9 S
21 Sept.	32.	48.	15,2	163.	30.	38,8	7.	51.	11,2 N
22	22.	47.	57,1	164.	25.	16,0	7.	42.	14,8 N
30	22.	57.	37,7	174.	43.	5,3	4.	20.	27,2 N
7 Octob.	23.	13.	35,8	185.	28.	4,9	0.	27.	35,7 S
12	23.	25.	28,1	193.	32.	20,3	4.	11.	37,6 S
11 Novem.	0.	30.	57,2	218.	32.	19,4	21.	53.	27,8 S

J'ai comparé ci-devant (p. 292) quatre de ces observations avec mes Tables, & l'on a vu qu'elles s'accordent très-bien.

Mon invitation aux astronomes a aussi occasionné des observations de M. Sméaton, qui sont dans les *Transactions philosophiques de 1787*; il trouve, en comparant Mercure avec α d'Orion, que le 23 Sept. 1786, à 5^h 22' 35".

Qq ij

308 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE
 temps moyen à Londres, l'ascension droite étoit $163^{\text{d}} 59'$
 $21''$, & la déclinaison $7^{\text{d}} 44' 25''$.

Je joins encore ici des observations faites par M. de
 Beauchamp, à Bagdad, avec une lunette méridienne acro-
 matique.

	PASSAGES au Méridien.			DISTANCE au Zénith.	
	H.	M.	S.	D.	M.
1787. 14 Fév.	Mercure.	11.	51. 16	51.	55
	Soleil.	0.	15. 43		
15	Mercure.	11.	34. 10	51.	30
	Soleil.	0.	15. 43,3		
16	Mercure.	11.	36. 50	50.	58 dout.
	Soleil.	0.	15. 37,3		
19	Mercure.	11.	45. 20,6	49.	22
	Soleil.	0.	15. 20,6		
23	Mercure.	11.	56. 57	46.	59 dout.
	Soleil.	0.	14. 48,7		
7 Mars.	Soleil.	0.	11. 18,2		
	Mercure.	0.	32. 9	47.	32
9	Soleil.	0.	10. 38,8		
	Mercure.	0.	37. 26	35.	50
14	Soleil.	0.	8. 57,2		
	Mercure.		52. 27.		

Les passages du Soleil & de Mercure suffiront pour
 trouver le temps vrai & l'ascension droite de Mercure.
 Ces observations sont remarquables par la proximité de
 Mercure au Soleil. Je ne puis m'empêcher, à cette occasion,
 de faire remarquer le zèle infatigable de M. de Beauchamp,
 qui, sans émulation & sans secours, dans un pays brûlant,
 ne cesse d'envoyer à l'Académie une multitude immense
 d'observations. Il est parti le 5 Avril 1787, pour la Perse.

d'où il a été observer les positions des lieux situés au midi de la mer Caspienne. J'en rendrai compte dans un autre Mémoire.

Dans les Ephémérides de Milan, pour 1788, on trouve des observations de M. Fr. Reggio, sur les digressions de Mercure aux mois de Juin & d'Août 1786, & de Janvier 1787. Je vais rapporter celles du mois d'Août plus en détail que je ne l'ai fait ci-dessus.

TEMPS VRAI, à Milan, 1786.	DIFFÉRENCES d'Ascensions dr.	DIFFÉRENCES de Déclinaisons.	ASCENSIONS droites, apparentes.	DÉCLIN. Bor. appar.	LONG. VRAIE tirée de l'Obser.	LATITUDE vraie.
H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	S. D. M. S.	D. M. S.
1 ^{re} Août 1. 55. 35	138. 35. 34.8	+ 1. 22. 27.0	156. 30. 13.3	9. 41. 25.8	5. 4. 41. 37.2	0. 7. 19.0. B
1. 18. 48	136. 15. 49.3	0. 7. 26	158. 49. 38.9	8. 26. 24.8	5. 7. 17. 31.6	0. 26. 36.6.
4. 1. 45. 4	135. 7. 54.0	- 0. 30. 18	159. 57. 54	7. 48. 40.8	5. 8. 33. 57.6	0. 36. 10.3.
5. 1. 42. 27	134. 3. 37	1. 6. 37	161. 2. 9.2	7. 12. 21.8	4. 9. 46. 45	0. 46. 15.7.
7. 2. 8. 19	133. 7. 0.3	+ 0. 6. 22	163. 6. 1.3	4. 59. 58.7	5. 12. 7. 55.3	1. 6. 16.4.
8. 1. 40. 10	132. 10. 11.6	- 0. 27. 58.3	164. 2. 50	3. 25. 38.4	5. 13. 13. 16	1. 16. 24.7.
9. 1. 51. 54	131. 15. 2.6	1. 2. 27.2	164. 57. 59	4. 51. 9.5	5. 14. 17. 13	1. 27. 9.7.
10. 1. 52. 36	130. 22. 18.	1. 35. 59.7	165. 50. 53.5	4. 17. 37.0	5. 15. 18. 49.2	1. 38. 1
11. 2. 4. 43	114. 43. 31.5	0. 11. 55.5	166. 41. 10.5	1. 44. 36.6	5. 16. 17. 51	1. 48. 48.4.
12. 2. 3. 20	113. 56. 18.6	0. 43. 22	167. 28. 23.5	3. 13. 10	5. 17. 13. 31.4	1. 59. 26.3.

Dans les quatre premières observations, M. Fr. Reggio a employé α de l'Aigle, dans les quatre suivantes β , & dans les deux dernières, θ du serpent. Voici les positions qu'il a supposées: ascension droite apparente de α , $295^{\circ} 5' 48''$; déclin. $8^{\circ} 18' 58''$, β , ascension droite apparente, $296^{\circ} 12' 1''$, $6''$; déclinaison boréale apparente, $5^{\circ} 53' 36''$, $7''$. θ Serpent, ascension droite, $281^{\circ} 24' 42''$; déclinaison boréale apparente, $3^{\circ} 56' 32''$.

Voici encore des observations de Mercure qui sont remarquables, par la proximité de Mercure au Soleil, sur-tout dans l'observation du 24 Août.

310 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE

Observations de Mercure, faites dans l'Observatoire de M. de Bonrepos à 43^d 40' 35" de latitude, & à 2' 51" de temps à l'ouest de Paris, avec un quart-de-cercle de trois pieds de rayon, & une lunette méridienne acromatique; par M. VIDAL.

		PASS. DE MERCURE par le Méridien. Temps vrai.	HAUTEURS méridiennes de Mercure.
		N. M. S.	D. M. S.
1778.	Juillet. 19	11. 34. 32 $\frac{1}{2}$	69. 22. 5
	21	11. 44. 52 $\frac{1}{2}$	68. 53. 4
	22	11. 49. 59	68. 34. 35
	23	11. 55. 2	68. 13. 39
	24	0. 0. 1	67. 50. 20
	25	0. 4. 54 $\frac{1}{2}$	67. 24. 54
	30	0. 27. 18	64. 48. 47
	Août. 2	0. 38. 59 $\frac{1}{2}$	62. 57. 43
	3	0. 42. 35 $\frac{1}{2}$	62. 18. 33
	4	0. 46. 2 $\frac{1}{2}$	61. 38. 33
	5	0. 49. 19 $\frac{1}{2}$	60. 57. 58
	6	0. 52. 29 $\frac{1}{2}$	60. 16. 35
	12	1. 8. 34 $\frac{1}{2}$	56. 0. 48
	13	1. 10. 50 $\frac{1}{2}$	55. 17. 23
	14	1. 13. 1 $\frac{1}{2}$	54. 34. 5
	15	1. 15. 3 $\frac{1}{2}$	53. 50. 51
	17	1. 18. 55	52. 24. 35

Enfin, lorsqu'on étoit sur le point d'imprimer ce Mémoire, j'ai reçu des observations de Mercure faites à Vilna en 1786, d'après mon invitation; elles sont de M. Poczobut, premier astronome du roi de Pologne, recteur de l'Université de Vilna, membre de la Société royale de Londres, & correspondant de l'Académie; & de M. l'abbé Strzecki, astronome du roi, & professeur d'astronomie à l'Université de Vilna.

Cette ville est située $1^h 31' 40''$ à l'orient de Paris. Je vais rapporter les résultats de ces observations, trouvés par le Soleil & par des étoiles, comparés avec Mercure, soit au méridien, soit à la lunette parallactique. M. Poczubot en publiera les détails avec les nombreuses observations faites à l'Observatoire royal de Vilna.

	TEMPS VRAI à Vilna	ASC. DROITE de Mercure, obs.			DÉCLINAISON de Mercure.		
		H.	M.	S.	D.	M.	S.
1786. 30 Mars.	0. 43. 46 soir.	20.	2.	25	...	9.	4. 31 B
			2.	9			
31	0. 47. 6	21.	47.	2	...	9.	58. 41
			46.	50			
1 Avril.	0. 50. 19	23.	29.	52		10.	51. 19
			29.	45			
2	0. 53. 24	25.	10.	52	...	11.	42. 7
			41	54			
3	0. 56. 19	26.	49.	20	...	12.	31. 16
			2	2			
4	0. 59. 4	28.	25.	9	...	13.	18. 20
			25.	0			
12	2. 5. 58	39.	0.	38		18.	6. 31
13	0. 41. 34	39.	56.	7		18.	28. 17
14	1. 25. 10	40.	51.	33		18.	49. 17
16	1. 17. 9	42.	23.	2		19.	21. 9
17	1. 19. 7	43.	0.	23		19.	33. 15
18	0. 20. 35	43.	30.	19		19.	42. 21
19	0. 17. 57	43.	57.	17			
20	0. 14. 55	44.	16.	4		19.	50. 57
21	7. 42. 44	44.	37.	36		19.	49. 58
	8. 24. 58	44.	38.	18	...	19.	50. 13
			37.	51			
22	7. 42. 47	44.	45.	45		19.	46. 18
		44.	46.	19			
	7. 58. 47	46.	0.	0		19.	46. 15

312 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE

	EMPS VRAI à Vifna.			ASC. DROITE de Mercure, obf.			DECLINAISON de Mercure.		
	H.	M.	S.	D.	M.	S.	D.	M.	S.
1786. 27 Mai.	10.	27.	44 mat.	41.	9.	18	12.	4.	27 E
31	10.	24.	21	44.	22.	53			
6 Juin.	10.	26.	9	50.	59.	24	15.	34.	28
12	10.	35.	38	59.	34.	13	18.	24.	29
19	3.	48.	24 soir.	72.	39.	3	21.	46.	20
20	11.	1.	15 mat.	74.	17.	56	22.	6.	2
21	11.	41.	15	76.	27.	22	22.	30.	34
22	11.	9.	58	78.	33.	51	22.	51.	27
23	11.	14.	37	80.	46.	21	23.	11.	26
24	11.	19.	28	83.	1.	32	23.	29.	30
25	11.	24.	28	85.	19.	22	23.	45.	25
26	11.	29.	38	87.	39.	8	23.	58.	46
27	11.	33.	53	90.	0.	5			
28	11.	46.	15	90.	2.	2	24.	9.	50
29	0.	21.	35 soir.	92.	27.	26	24.	18.	0
30	11.	46.	41 mat.	84.	47.	30	24.	23.	56
30 Juin.	11.	40.	31 mat.	97.	10.	12	24.	26.	13
				97.	11.	5			
	11.	52.	5			12	24.	29.	19
1 Juillet.	0.	21.	18 soir.	99.	37.	43	24.	26.	7
	0.	16.	54	99.	3.	30	23.	57.	44

	TEMPS VRAI à Vilna.			ASC. DROITE de Mercure, obs.	DÉCLINAISON de Mercure.		
	H.	M.	S.	D.	H.	S.	
1786. 7 Juillet	1.	19.	4	113. 43. 8	23.	27.	20
	0.	51.	25	124. 23. 20			
12				30 ...	21.	35.	8
	0.	56.	53	124. 23. 53	21.	35.	21
							2
24	2.	21.	9	145. 39. 7	14.	48.	30
25	1.	28.	58	147. 5. 29			
				5. 17 ...	14.	12.	20
	2.	16.	37	147. 8. 22	14.	11.	39
29	1.	35.	32	152. 39. 54			
				58 ...	11.	38.	46
30	1.	36.	49	153. 57. 58			
				56 ...	11.	0.	19
5 Août.	2.	22.	38	161. 1. 43	7.	12.	55
8	1.	45.	35	164. 0. 8			
				11 ...	5.	27.	18
9	1.	42.	25	164. 55. 36	4.	52.	59
24 Sept.	11.	41.	39 mat.	165. 23. 43	7.	29.	5
9 Oct.	11.	16.	49	187. 5. 17	1.	9.	3
	11.	28.	32	187. 6. 8	1.	8.	56
10	11.	31.	12	188. 41. 10	1.	53.	33
	11.	41.	59	188. 42. 2	1.	53.	56
	11.	36.	26	191. 50. 54			
12				49 ...	3.	23.	30
	11.	51.	1	191. 51. 56	3.	24.	13

Je ne pouvois mieux terminer mes recherches sur l'orbite de Mercure, qu'en rapportant un grand nombre d'observations par lesquelles on pourra constater encore les élémens que j'ai donnés dans ce Mémoire.



Mém. 1786.

Rr

EXTRAIT*

DES

OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES ET PHYSIQUES,

Faites à l'Observatoire royal, en l'année 1786.

M. le Comte DE CASSINI, Directeur.
M.^{rs} NOUET, DE VILLENEUVE & RUELLE, Élèves.

INTRODUCTION.

EN publiant cette seconde suite de nos observations, je crois devoir entrer dans quelques détails nécessaires à l'intelligence du plan que j'ai formé, du but que je me suis proposé & des moyens que j'ai employés.

J'aurois infiniment désiré pouvoir publier les observations mêmes avec leurs résultats. Cet ouvrage eût été plus complet, mais il sût devenu extrêmement volumineux, & il eût été impossible d'en faire jouir promptement les sçavans. Les longueurs de la rédaction & de l'impression, les retards qu'auroient exigé l'examen, la confirmation & la vérification de certaines opérations, auroient nécessité de mettre un intervalle au moins de deux années entre les observations & leur publication, c'est ce que je voulois éviter. J'ai donc préféré de ne donner pour le moment que les résultats des observations principales & les plus certaines, me réservant

* Voici le second Extrait publié depuis le nouvel établissement fait par le Roi, à l'Observatoire; le premier, pour l'année 1785, a été imprimé dans les volumes des Mémoires de l'année 1784. On a réservé celui-ci pour ce volume, afin qu'à l'avenir l'année de l'Extrait sût la même que celle des Mémoires.

d'offrir par la suite, au public, dans un ouvrage dont je m'occupe depuis long-temps, l'ensemble complet de toutes les observations faites depuis l'établissement de l'Observatoire royal, accompagné des détails, du calcul, des résultats & des recherches auxquelles elles peuvent donner lieu pour la perfection de l'astronomie : cet ouvrage dont j'ai déjà communiqué à l'Académie quelques parties, ne peut être terminé que dans l'espace de plusieurs années. En attendant, j'espère que les savans voudront bien avoir quelque confiance dans les résumés que je leur présente.

Mon but, comme je l'ai fait voir l'année dernière, est de suivre, sans aucune discontinuité, le cours des observations astronomiques & physiques de tout genre, qui peuvent se présenter à faire dans les différens temps de l'année. Pour remplir une tâche aussi considérable, trois observateurs sont joints au directeur, & leur service est distribué de manière, qu'il s'en trouve toujours deux pour observer ensemble, & se prêter un mutuel secours dans la manœuvre des grands instrumens.

Ces élèves jeunes, intelligens, & déjà exercés *, ne pouvoient manquer de devenir en peu de temps d'excellens observateurs, par une pratique continuelle que bien des astronomes ne font pas dans le cas ou dans la possibilité d'exercer. La pratique de l'astronomie est comme celle des arts; l'œil se forme, ainsi que la main, par une habitude & un exercice assidus. M." les élèves ont d'ailleurs un grand avantage, celui d'être toujours deux observateurs ensemble à opérer, & de vérifier réciproquement leurs observations; enfin, si l'on fait attention que chacune des observations se trouve ainsi répétée par les trois élèves, & qu'il n'en est

* M. Nouet est depuis long-temps avantageusement connu des savans.

aucune de quelqu'importance à laquelle le directeur ne préside, & qu'il ne fasse avec ces Messieurs : j'ose me flatter qu'on aura quelque confiance dans l'exactitude & la précision des observations faites à l'Observatoire royal.

Je dirai à-peu-près la même chose des calculs. Cette partie, à la vérité, est celle dans laquelle de jeunes observateurs ont plus de peine à se former. La pratique des observations astronomiques amuse & intéresse, par la beauté du spectacle, par la variété des objets qu'elle présente, & par l'exercice du corps qu'elle procure. Le calcul astronomique, au contraire, par son aridité, par son uniformité, n'offre qu'ennui, difficultés & dégoût. La moindre distraction fait tomber le plus habile calculateur dans les erreurs les plus grossières, & quelquefois si difficiles à reconnoître que l'on n'est réellement sûr de l'exactitude d'un calcul astronomique que lorsqu'on l'a fait deux fois. L'on sent bien qu'il nous eût été impossible, dans le cours de la même année, de répéter ainsi tous nos calculs ; mais la manière de les distribuer & de les faire nous a fourni une vérification presque équivalente, & procuré, à très-peu près, le même degré de certitude. Les calculs du même genre n'ont jamais été faits par le même calculateur, qui, s'étant une fois trompé, peut facilement suivre & répéter la même erreur. On les a donc toujours distribués entre les trois élèves, avec l'attention de ne pas donner au même à calculer deux observations semblables faites deux jours de suite. Chacun de son côté, après avoir calculé tellé ou telle observation, & l'avoir aussi-tôt comparée à la théorie, rapporte sur un tableau général le résultat, ainsi que tous les élémens de son calcul, de sorte qu'un simple coup-d'œil suffit pour vérifier & reconnoître la progression proportionnelle qui doit exister entre certains élémens, l'accord ou la différence entre d'autres, pour assurer ou vérifier le calcul. Ces tableaux de tous les

éléments des calculs & des résultats de nos observations, m'ont paru assez intéressans pour mériter d'être mis au net à la fin de chaque année, & déposés dans la bibliothèque de l'Observatoire, comme pièces justificatives du présent extrait que je publie, & comme pouvant un jour être de quelque utilité aux astronomes qui voudroient y avoir recours dans certaines recherches.

Tels sont les soins & les moyens que j'ai pris particulièrement cette année, pour remplir de mieux en mieux la tâche que je m'étois imposée, & rendre cet ouvrage plus digne de l'attention des sçavans.

J'avois annoncé, l'année dernière, la construction d'un cercle entier de trois pieds & celle d'un quart-de-cercle mural de sept pieds & demi de rayon. Le cercle entier est presque entièrement achevé, nous espérons avant peu en faire usage. L'instrument mural a été retardé par diverses circonstances, particulièrement par les essais & les constructions préparatoires qu'il a fallu faire : ayant formé le projet de fonder la carcasse en cuivre d'un seul morceau, j'ai dû essayer mes forces & mes moyens contre les difficultés d'une telle entreprise. Les succès que j'ai déjà obtenus me donnent lieu d'en espérer de plus grands par la suite, & dès-lors je m'empresse de rendre compte aux sçavans de mes tentatives, de leurs résultats & des leçons précieuses que j'aurai reçu de l'expérience.

Je n'oublierai point de parler ici de la restauration entière & complète de l'édifice de l'Observatoire royal, ordonnée en 1785, par Sa Majesté, & commencée cette année.

On a lieu d'être étonné qu'un bâtiment construit en 1669, sous le règne de Louis XIV, qu'un bâtiment dont la masse, l'ensemble & les détails annonçoient le génie de l'architecte, l'habileté des constructeurs, & promettoient la plus grande solidité, se trouve dès aujourd'hui dans le cas d'une restau-

ration presque générale. Quelles causes ont pu occasionner des dégradations aussi considérables ! les voici :

On saura d'abord que dans le temps même de la construction de l'Observatoire, on s'étoit aperçu d'un mouvement dans la partie orientale, que l'on avoit été obligé de reprendre sous œuvre. Voici ce qu'on lit à ce sujet, dans un manuscrit de Jean-Dominique Cassini, qui se conserve à l'Observatoire. *Couvoit-on craignoit que le bâtiment nouveau ne fût sujet à quelque changement, ainsi qu'il y en avoit déjà eu dans la partie orientale, ce qui avoit obligé de reprendre les fondemens plus bas, on différa de paver la grande salle méridienne, jusqu'à ce que tout effet pût être passé.* Cette crainte ne fut que trop fondée ; quelque temps après que l'Observatoire fut achevé, un nouveau mouvement eut également lieu, mais dans la partie de la face méridionale ; son effet même se rendit sensible à la vue, & se voit encore aujourd'hui, par une lézarde qui règne de l'est à l'ouest, dans toute l'étendue de la grande voûte de la *salle méridienne*. La rupture causée par ce mouvement ayant donné jour à l'infiltration des eaux, on juge du ravage qu'elles ont pu faire pendant une longue suite d'années, qu'on a négligé d'y apporter remède, première cause de dégradation qui a été augmentée & accélérée par la suivante.

L'édifice de l'Observatoire est, comme l'on sait, couronné dans sa totalité, par une superbe plate-forme, dont l'étendue considérable procure, à 85 pieds d'élévation, une promenade d'autant plus agréable, qu'elle est vaste, & que l'on y jouit de la vue la plus belle & la plus variée. Paris, d'un côté, la campagne de l'autre, forment un des plus riches & des plus superbes horizons que l'on puisse voir en aucun lieu du monde. C'est, sans doute, ce qui a engagé l'architecte à rendre cette plate-forme presque d'un plein niveau, ou du moins à ne lui donner que la plus petite pente possible pour l'écoulement des eaux. Il faut croire aussi qu'il eût

en vue la commodité des astronomes, & qu'il crût cette disposition plus favorable aux observations astronomiques ; quoi qu'il en fût, les eaux ne trouvant pas la moitié de la pente nécessaire pour leur écoulement, ont séjourné sur cette plate-forme, & ont pénétré toutes les voûtes du bâtiment. Il n'en falloit pas davantage pour opérer au bout de cent quinze ans, la destruction du plus solide édifice.

Ces défauts une fois reconnus, ont dû naturellement être les premiers auxquels on a cherché à remédier dans la reconstruction actuelle. M.^r Brebion & Renard, chargés par M. le Comte d'Angivillers de la direction des nouveaux travaux, ont conçu & adopté un plan de restauration fait pour assurer à jamais la durée de l'Observatoire royal.

La superficie totale de la plate-forme subdivisée en plusieurs parties, sera recouverte de grandes dalles à recouvrement, dont la pente considérable donnera un écoulement rapide aux eaux ; & ces eaux versées dans un grand nombre de canivaux, iront se dégorger dans huit décharges extérieures aux bâtimens. Jusqu'à présent, toutes les eaux de la plate-forme n'avoient eu pour dégorgement que deux seuls puisards intérieurs.

Des petites voûtes jetées sur les reins des grandes, donneront lieu de supprimer une masse inutile, d'alléger par conséquent le bâtiment sans lui ôter de sa solidité ; enfin, d'établir dans toutes les nouvelles parties de construction une circulation d'air, & la facilité précieuse de pouvoir visiter & réparer les moindres dégradations.

Enfin, on profitera de la nouvelle reconstruction pour procurer à l'Observatoire les principales commodités dont il manquoit pour les observations astronomiques. Quoi ! dira-t-on, l'Observatoire royal bâti à grands frais, & même avec luxe & magnificence, sous un monarque qui n'épargnoit rien pour les grandes choses, & avoit tout sous sa main pour

les produire; l'Observatoire uniquement destiné & consacré à l'astronomie, pouvoit-il laisser à desirer quelque chose aux astronomes, qui dûrent sans doute présider à sa construction! Jean-Dominique Cassini ne fût-il pas même consulté sur les distributions! Rien de plus vrai: mais combien de consultations, combien d'avis demandés restent sans effet, lorsque celui qui consulte ne cherche que des approbateurs, & suit les contradicteurs de son opinion. Les plans de l'Observatoire furent envoyés en Italie à M. Cassini, au mois d'Octobre 1668. Six mois après, à son arrivée en France, M. Cassini fit des objections, mais en vain: les architectes avoient conçu leur plan, ils n'y voulurent rien changer. En donnant à leur bâtiment une belle masse, un style sage, sévère & propre au genre de la science, ils crurent que c'étoit avoir satisfait à tout ce que l'astronomie pouvoit desirer: Colbert même ne put rien gagner (1). Un esprit bien différent anime aujourd'hui M. le Comte d'Angivillers, directeur général des bâtimens, & les personnes chargées par lui de la restauration de l'Observatoire. Je dois dire ici avec reconnoissance, que je les ai toujours trouvées disposées à me procurer tous les moyens & toutes les facilités que j'ai paru desirer pour la pratique de l'astronomie. En conséquence, il m'a été très-facile d'obtenir qu'en reconstruisant les voûtes, il soit pratiqué dans la partie supérieure de l'édifice des cabinets

" (1) Mon intention n'est point ici d'attaquer la mémoire de personne; mais il étoit intéressant pour moi de disculper J. D. Cassini, mon bis-aïeul, du reproche qu'on eût pu lui faire, dans l'opinion assez générale où l'on étoit que c'étoit lui qui avoit présidé à la distribution de l'observatoire. J'ai dû en conséquence dire la vérité

sans ménagement; mais pour ne laisser aucun doute sur mon assertion, je vais rapporter mot à mot ce que M. Cassini lui-même expose dans le manuscrit cité ci-dessus.

« Au mois de mai 1668, étant retourné de Bologne à Rome, au sujet des négociations dont j'étois chargé vis-à-vis les ministres du grand

cabinets où l'on pourra placer à l'abri, avec sûreté & commodité, divers instrumens, pour suivre d'un même point, sans changer de place, le cours entier d'un même astre ;

» grand-duc de Toscane, je reçus
 » l'heureuse nouvelle de l'honneur
 » que le roi de France m'avoit fait
 » de me mettre au nombre de ceux
 » qui devoient composer son Aca-
 » démie royale des Sciences ; je re-
 » çus en même temps une instruction
 » que le comte Graciani m'envoya
 » touchant la manière dont je devois
 » correspondre avec les savans fran-
 » çois qui commençoient à s'assem-
 » bler à la bibliothèque du Roi...
 » Le 13 d'octobre, je partis de Rome,
 » & pris le chemin de Florence,
 » où j'allois rendre mes respects au
 » grand-duc qui fit aussitôt venir
 » M. Viviani & M. Auzout, l'un
 » de ceux qui avoient été choisis
 » par l'Académie, & qui m'avoit
 » apporté des lettres de France, avec
 » le plan de l'observatoire royal que
 » le roi de France faisoit construire
 » pour les observations astronomi-
 » ques, dans lequel il me parut que
 » l'on avoit eu pour le moins autant
 » d'égard à la magnificence qu'à la
 » commodité, pour les observations...
 » J'arrivai à Paris le 4 d'avril 1669...
 » Le bâtiment de l'observatoire que
 » le Roi faisoit bâtir, étoit élevé au
 » premier étage. Les quatre murailles
 » principales avoient été dressées
 » exactement aux quatre principales
 » régions du monde ; mais les tours
 » avancées que l'on ajoutoit à l'angle
 » oriental & occidental du côté du
 » midi, & au milieu de la face sep-

» tentionale, me parurent empêcher
 » l'usage important qu'on auroit pu
 » faire de ces murailles en y appli-
 » quant quatre grands quaris de cer-
 » cle, capables par leur grandeur
 » de marquer distinctement, non-
 » seulement les minutes, mais même
 » les secondes. Car j'aurois voulu que
 » le bâtiment même de l'observatoire
 » eût été un grand instrument, ce
 » que l'on ne peut pas faire à cause
 » de ces tours, qui d'ailleurs étant
 » octogones, n'ont que des petits
 » flancs qui de plus sont coupés de
 » portes & de fenêtres : c'est pour-
 » quoi je proposai d'abord qu'on
 » n'élève ces tours que jusqu'au
 » second étage, & qu'on y bâtît
 » au-dessus une grande salle carrée
 » avec un corridor découvert tout à
 » l'entour, pour l'usage dont je viens
 » de parler. Car je trouvois aussi que
 » c'est une grande incommodité que
 » de n'avoir pas à l'observatoire une
 » grande salle d'où l'on puisse voir
 » le ciel de tous côtés, de sorte que
 » l'on ne peut pas suivre d'un même
 » lieu le cours entier du soleil & des
 » autres astres d'orient en occident,
 » ni les observer avec le même in-
 » strument sans le transporter d'une
 » tour à l'autre. Une grande salle
 » me paroissoit aussi nécessaire pour
 » avoir la commodité d'y faire entrer
 » le soleil par un trou, & pouvoir
 » faire sur le plancher la description
 » du chemin journalier de l'image

Mém. 1786.

SS

avantage dont, jusqu'à présent, on n'avoit pu jouir à l'Observatoire, où l'on ne trouvoit précédemment aucun endroit propre ni à prendre des hauteurs correspondantes, ni à suspendre un mural, ni à placer une lunette méridienne (2).

» du soleil; ce qui devoit servir non-
 » seulement d'un cadran vaste &
 » exact, mais aussi pour observer les
 » variations que les réfractions peu-
 » vent causer en différentes heures
 » du jour, & celles qui ont lieu
 » dans le mouvement annuel. Mais
 » ceux qui avoient travaillé au dessin
 » de l'observatoire, opinoient de
 » l'exécuter conformément au pre-
 » mier plan qui en avoit été proposé,
 » & ce fut en vain que je fis mes
 » représentations à cet égard & à
 » bien d'autres encore. M. Colbert

vint même inutilement à l'observa-
 toire pour appuyer mon projet. «
 On suivit donc le premier plan, «
 les tours & la grande salle furent «
 élevées à la même hauteur.....&c. «
 &c. &c.»

(2) En 1780, j'ai fait construire
 extérieurement au bâtiment de l'ob-
 servatoire un cabinet qui, dans un
 espace de 21 pieds sur 13 dans
 œuvre, me procure tous ces avan-
 tages, & rassemble lui seul plus de
 commodités & d'instrumens que l'im-
 mense édifice de l'observatoire.

HISTOIRE PHYSIQUE DE L'ANNÉE 1786.

LE froid qui avoit régné dans les huit derniers jours de l'année précédente, & qui avoit fait descendre le thermomètre jusqu'à 7^d, 8 au-dessous du terme de la glace, le 31 décembre, se prolongea dans les premiers jours de janvier 1786. Le 4, à 8 heures du matin, le thermomètre descendit à 10^d, 4, le baromètre se soutenant alors à 28 pouces 2 lignes 2 dixièmes; & le vent étant au nord-nord-est, la Seine même fut glacée; mais bientôt le vent passant à l'est sud-est, & le baromètre baissant peu-à-peu, la pluie & le dégel survinrent le 6, & l'on jouit, tout le reste du mois, d'une température assez douce, malgré des pluies fréquentes & des vents très-violens. Le mois suivant fut également très-pluvieux dans les onze premiers jours; les vents fréquens & très-forts. Il tomba très-peu de neige, si ce n'est le 27, où elle fut assez abondante; mais elle fondit presque aussitôt: en général, la température en *février*, fut très-douce. Le mois de *mars* fut plus froid que les précédens; la gelée se soutint du 2 au 14; le reste du mois fut tempéré: il tomba plus de neige qu'en février; les pluies & les coups de vent furent aussi fréquens. L'aurore boréale du 19 fut très-belle, & elle dura depuis 6 heures $\frac{1}{2}$ jusqu'à 8 heures $\frac{1}{2}$. Elle fut précédée, le 18, par un orage qui eut lieu vers 3 heures $\frac{1}{2}$ après midi, & elle fut suivie, le 20 au matin, par un brouillard assez épais. Le mois d'*avril* a été plus beau, quoiqu'il ait régné encore de grands vents qui, joints à des petites gelées & à une température assez froide pour cette saison, ont produit une sécheresse dont on pouvoit craindre les suites pour les biens de la terre. Les pluies qui sont survenues dans les quinze premiers jours du mois de *mai*, auroient dissipé toute inquiétude, si les vents qui les ont accompagnées n'avoient presque anéanti leur effet; elles furent d'ailleurs suivies d'une température assez chaude, qui eut lieu

Sf ij

dans les douze derniers jours de mai. Des trois aurores boréales qu'on a observées pendant ce mois, celle du 1.^{er} fut peu considérable; il régna le lendemain un brouillard épais dans la partie de l'est, & les trois jours suivans, c'est-à-dire, le 2, le 3 & le 4, il souffla un très-grand vent. Celle du 14 a été plus considérable; il n'y a rien eu de remarquable dans les jours qui l'ont suivie ou précédée: nous dirons la même chose de celle du 31, qui a été très-belle. La sécheresse des mois d'avril & de mai se prolongea dans les dix premiers jours de *juin*; mais les pluies abondantes & fréquentes qui régnèrent dans tout le reste de ce mois, ranimèrent la végétation. Il y eut peu de chaleurs dans le mois de *juillet*, & encore moins dans le mois d'*août*, qui, contre l'ordinaire, fut très-pluvieux, froid & humide: on peut dire la même chose du mois de *septembre*, où il régna de plus de très-grands vents. L'aurore boréale du 5 juillet fut assez belle vers minuit, & a duré jusqu'au crépuscule; dans la journée il avoit régné un vent assez fort: celle du 19 septembre, peu considérable, fut précédée & suivie, le 18 & le 20, d'un assez grand vent. Il a plu continuellement du 4 au 12 *octobre*, le reste du mois a été très-sec, & très-froid pour la saison; & ce qui est rare, il est tombé de la neige dans les derniers jours de ce mois. L'aurore boréale du 13 a été fort belle, & a duré depuis 9 heures du soir jusqu'à 1 heure après minuit. Cette aurore boréale avoit été précédée le 12, d'une pluie & d'un vent violent qui avoient régné toute la journée. Le 14, on a remarqué de la brume à l'horizon. Les pluies ont été très-fréquentes depuis le 14 jusqu'à la fin de *novembre*; & du 4 au 25, il a régné de grands brouillards. Enfin, dans le mois de *décembre*, il y a eu presque continuellement ou de la pluie ou des vents épouvantables.

Il résulte de ce tableau, que l'année 1786 a été remarquable par les vents violens qui ont régné pendant près d'un tiers de l'année.

On a ressenti en divers endroits de l'Europe, des secousses de tremblemens de terre, particulièrement le 27 février, à Cracovie & dans la haute Hongrie; le 13 avril à Milan, & le

22 à Bonn; le 8 mai à Komorre; le 10 juillet, dans le comté de Catzenelenhagen; le 24 à Bonh, & le 30 à Flekkefiord en Norwège; & en Italie, à Aquila; le 11 août à Withéavers en Angleterre; le 19 à Carthagène; le 19 septembre à Manheim.

Des observations météorologiques faites à Cadiz, par D. Ant. Ulloa, pendant les années 1783, 1784, 1785 & 1786, nous apprennent les particularités suivantes : 1.^o que le thermomètre qui, dans ce climat, descend ordinairement en hiver jusqu'à 2 degrés au-dessous de la congélation, n'a jamais, pendant ces quatre années, descendu plus bas que 6 degrés au-dessus de ce terme; 2.^o qu'en 1784, 1785 & 1786, il y a eu une abondance de pluies dont on avoit vu précédemment peu d'exemples; 3.^o que ces pluies qui ordinairement n'avoient lieu que lorsque le vent venoit de la partie du sud au sud-ouest, ont régné avec toute espèce de vent; 4.^o que le baromètre a eu, contre l'ordinaire, des variations promptes & subites; 5.^o que l'atmosphère a presque toujours été chargée de brume ou de vapeurs épaisses, ce qui n'est point ordinaire au climat de Cadiz; 6.^o enfin, qu'on évalue à 75 millions l'argent sorti d'Espagne dans ces trois dernières années, pour l'achat des grains, dont la disette a été occasionnée par ces pluies surabondantes.

TABLEAU MÉTÉOROLOGIQUE.

1786.	BAROMÈTRE.	THERMOMÈTRE.	VENTS dominans.	CIRCONSTANCES & Remarques.
JANVIER.	Plus grande hauteur 28 ^{lignes} $\frac{5}{16}$, le 27, à 9 ^h $\frac{1}{2}$ du matin.	Plus grande hauteur + 0 ^d $\frac{7}{16}$, le 29 à midi.	E. S. E. & S. S. O.	Il y a eu pendant ce mois, cinq jours de brouillards; celui du 20 a été très-considérable.
	Plus petite hauteur 27 ^{lignes} $\frac{1}{16}$, le 11 à midi.	Plus petite hauteur — 10 ^d $\frac{1}{16}$, le 4 à 8 ^h du matin.	S. S. O.	
	Treize jours de pluie, 1 ^{ligne} $\frac{7}{16}$ d'eau.	Dix jours de gelée.	N. N. E. & S. S. O.	Div. jours de grands vents, particulièrement les 9, 10 & 11.

TABLEAU MÉTÉOROLOGIQUE.

1786.	BAROMÈTRE.	THERMOMÈTRE.	VENTS dominans.	CIRCONSTANCES & Remarques.
FÉVRIER.	<p>Plus grande hauteur 28^{lignes}. $\frac{7}{10}$. $\frac{1}{10}$. le 14, à 10^h $\frac{1}{2}$ matin.</p> <p>Plus petite hauteur 27^{lignes}. $\frac{7}{10}$. $\frac{1}{10}$. le 26, à 10^h $\frac{1}{2}$ soir.</p> <p>Huit jours de pluie, 0^{lignes}. $\frac{7}{10}$. d'eau.</p> <p>Quatre jours de neige.</p>	<p>Plus grande hauteur + 9^d, le 20 à mid.</p> <p>Plus petite hauteur — 5^d, le 24 à 3^h du matin.</p> <p>Dix jours de gelée.</p>	<p>O. S. O. & O. N. O.</p> <p>E. N. E.</p>	<p>Quatorze jours de brume & de brouillards; celui du 19 très-épais.</p> <p>Dix jours de grand vent, particulièrement le 23.</p>
MARS.	<p>Plus grande hauteur 28^{lignes}. $\frac{1}{10}$. $\frac{1}{10}$. le 10 à 9^h $\frac{1}{2}$ du soir.</p> <p>Plus petite hauteur 27^{lignes}. $\frac{1}{10}$. $\frac{1}{10}$. le 6 à 6^h du soir.</p> <p>Onze jours de pluie, 1^{lignes} à 10^{lignes}. d'eau.</p> <p>Dix jours de neige.</p>	<p>Plus grande hauteur + 13^d $\frac{1}{10}$, le 23 à 1^h $\frac{1}{2}$ du soir.</p> <p>Plus petite hauteur — 7^d $\frac{1}{10}$, le 7 à 8^h du matin.</p> <p>Treize jours de gelée.</p>	<p>N. N. O.</p> <p>S. S. O.</p> <p>N. N. O. & N. O.</p>	<p>Sept jours de brume & de brouillards; celui du 15 & du 20 très- épais.</p> <p>Treize jours de grand vent, particulièrement le 17.</p> <p>Beaucoup de neige les 8, 13 & 27.</p> <p>Aurore boréale le 19.</p>
AVRIL.	<p>Plus grande hauteur 28^{lignes}. $\frac{4}{10}$. $\frac{1}{10}$. le 13 à 1^h $\frac{1}{2}$ matin.</p> <p>Plus petite hauteur 27^{lignes}. $\frac{3}{10}$. $\frac{1}{10}$. le 9 à 9^h $\frac{1}{2}$ du matin.</p> <p>Neuf jours de pluie, 1^{lignes} à 3^{lignes}. d'eau.</p>	<p>Plus grande hauteur + 16^d $\frac{1}{10}$, le 16 à 3^h du soir.</p> <p>Plus petite hauteur + 6^d $\frac{1}{10}$, le 10 à 14^h.</p>	<p>E. S. E.</p> <p>N. N. E.</p> <p>O. S. O. & N. N. E.</p>	<p>Huit jours de brume & brouillards.</p> <p>Neuf jours de grand vent, particulièrement le 17.</p> <p>Tonnerre le 5 & le 6.</p>

TABLEAU MÉTÉOROLOGIQUE.

1786.	BAROMÈTRE.	THERMOMÈTRE.	VENTS dominans.	CIRCONSTANCES & Remarques.
MAL.	<p>Plus grande hauteur 28^{mm} $\frac{1}{4}$ le 14 à midi. le 29, id.</p> <p>Plus petite hauteur 27^{mm} $\frac{1}{2}$ le 9 à 8^h du soir.</p> <p>Douze jours de pluie, 1^{re} 3^{es}, 1 d'eau.</p>	<p>Plus grande hauteur + 21^d $\frac{1}{2}$, le 27 à 2^h du soir.</p> <p>Plus petite hauteur + 3^d, le 1 à 7^h $\frac{1}{2}$ m. le 2 à 13^h</p>	<p>S. S. O.</p> <p>Beaucoup variés.</p> <p>E. N. E.</p>	<p>Trois jours de brume.</p> <p>Dix jours de grand vent, particulièrement les 10 & 28.</p> <p>Aurore boréale les 1, 14 & 31.</p>
JUIN.	<p>Plus grande hauteur 28^{mm} $\frac{1}{4}$ le 5 à 9^h du soir.</p> <p>Plus petite hauteur 27^{mm} $\frac{1}{2}$ le 10 à 8^h du matin.</p> <p>Treize jours de pluie, 4^{es} 7^{es}, 7 d'eau.</p>	<p>Plus grande hauteur + 23^d $\frac{1}{2}$, le 12 à midi.</p> <p>Plus petite hauteur + 10^d, le 29 à 2^h $\frac{1}{2}$ du matin.</p>	<p>N. N. E. & N.</p> <p>S. S. O.</p> <p>Beaucoup variés.</p>	<p>Un jour de brume.</p> <p>Trois jours de grand vent.</p> <p>8 jours de tonnerre.</p>
JUILLET.	<p>Plus grande hauteur 28^{mm} $\frac{1}{4}$ le 14 à midi.</p> <p>Plus petite hauteur 27^{mm} $\frac{1}{2}$ le 9 à 7^h du soir.</p> <p>Six jours de pluie, 1^{re} 6^{es}, 8 d'eau.</p>	<p>Plus grande hauteur + 21^d $\frac{1}{2}$, le 24 à 2^h du soir.</p> <p>Plus petite hauteur + 7^d $\frac{1}{2}$, le 6 à 3^h du matin.</p>	<p>O. N. O. & N. N. O.</p> <p>N.</p> <p>N. N. O.</p>	<p>Quatre jours de grand vent.</p> <p>Aurore boréale le 5.</p>

328 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE
TABLEAU MÉTÉOROLOGIQUE.

1786.	BAROMÈTRE.	THERMOMÈTRE.	VENTS dominans.	CIRCONSTANCES & Remarques.
AOÛT.	<p>Plus grande hauteur 28^{re}. 3^{es}. $\frac{1}{2}$, le 25 à 10^h du matin.</p> <p>Plus petite hauteur 27^{re}. 7^{es}. $\frac{1}{2}$, le 14 à 6^h du soir.</p> <p>Douze jours de pluie, 2^{re}. 8^{es}. 7 d'eau.</p>	<p>Plus grande hauteur + 23^d. $\frac{1}{2}$, le 12 à { 3^h du soir.</p> <p>Plus petite hauteur (le 4 à 4^hm. + 7^d. $\frac{1}{2}$ le 29 à 4^h du m.</p>	<p>O. N. O.</p> <p>Beaucoup variés.</p> <p>O. S. O. & N. N. O.</p>	<p>Deux jours de brume & brouillards.</p> <p>Quatre jours de grand vent.</p> <p>Tonnerre le 16.</p>
SEPT.	<p>Plus grande hauteur 28^{re}. 5^{es}. $\frac{1}{2}$, le 10 à 10^h du matin.</p> <p>Plus petite hauteur 27^{re}. 4^{es}. $\frac{1}{2}$, le 29 à 10^h du mat.</p> <p>Quatorze jours de pluie, 2^{re}. 4^{es}. 6 d'eau.</p>	<p>Plus grande hauteur + 18^d. $\frac{1}{2}$, le 18 à 2^h du soir.</p> <p>Plus petite hauteur + 4^d. $\frac{1}{2}$, le 7 à 3^h du matin.</p>	<p>S. S. O. & S. O.</p> <p>S. S. O. & S. O.</p> <p>N. N. O. & O. N. O.</p>	<p>Douze jours de grand vent, particulièrement les 3, 14 & 29.</p> <p>Aurore boréale le 19.</p>
OCTOBRE.	<p>Plus grande hauteur 28^{re}. 5^{es}. $\frac{1}{2}$, le 26 à 10^h du matin.</p> <p>Plus petite hauteur 27^{re}. 5^{es}. $\frac{1}{2}$, le 4 à 9^h du soir.</p> <p>Neuf jours de pluie 1^{re}. 8^{es}. 4 d'eau.</p> <p>Deux jours de neige.</p>	<p>Plus grande hauteur + 13^d. $\frac{1}{2}$, le 3 à 2^h du matin.</p> <p>Plus petite hauteur — 1^d. $\frac{1}{2}$, le 30 à 5^h du matin.</p> <p>Trois jours de gelée.</p>	<p>S. S. O. & O.</p> <p>S. S. O. & N. N. E.</p> <p>N. N. E. & N. E.</p>	<p>Sept jours de brume & brouillards ; celui du 30 très-épais.</p> <p>Six jours de grand vent, particulièrement le 4 & le 6.</p> <p>Aurore boréale le 13.</p>

TABLEAU MÉTÉOROLOGIQUE.

1786.	BAROMÈTRE.	THERMOMÈTRE.	VENTS.	CIRCONSTANCES & Remarques.
NOVEMB.	<p>Plus grande hauteur 28^{re} 2^{lignes} $\frac{1}{2}$, le 12 à 10^h du mat.</p> <p>Plus petite hauteur 27^{re} 0^{lignes} $\frac{1}{2}$, le 17 à midi.</p> <p>Douze jours de pluie, 1^{re} 3^{lignes} 19 d'eau.</p> <p>4 jours de neige.</p>	<p>Plus grande hauteur + 9^d $\frac{1}{2}$, le 28 à midi.</p> <p>Plus petite hauteur — 4^d $\frac{1}{2}$, le 14 à 7^h $\frac{1}{2}$ du matin.</p> <p>Dix jours de gelée.</p>	<p>N.</p> <p>N. N. E. & S. S. E.</p> <p>N. E. & E. S. E.</p>	<p>Douze jours de brume & brouillards; celui des 14, 15 & 18 très-épais.</p> <p>Neuf jours de grand vent, particulièrement les 5, 6 & 28.</p> <p>Aurore boréale le 8.</p>
DÉCEMB.	<p>Plus grande hauteur 28^{re} 7^{lignes} $\frac{1}{2}$, le 31 à 1^h du mat.</p> <p>Plus petite hauteur 27^{re} 2^{lignes} $\frac{1}{2}$, le 5 à 3^h $\frac{1}{2}$ du mat.</p> <p>Quinze jours de pluie, 1^{re} 4^{lignes} 5 d'eau.</p> <p>Deux jours de neige.</p>	<p>Plus grande hauteur + 9^d $\frac{1}{2}$, le 13 à 10^h du matin.</p> <p>Plus petite hauteur — 7^d $\frac{1}{2}$, le 25 à 14^h.</p> <p>Dix jours de gelée.</p>	<p>S. & S. S. O.</p> <p>S. & O.</p> <p>N. E. & S.</p>	<p>Sept jours de brume & brouillards; celui des 28, 30 & 31 très-épais.</p> <p>Treize jours de grand vent, particulièrement les 3, 5, 12 & 13.</p>

Dans le tableau précédent, j'ai tâché de présenter de la manière la plus concise, les principales circonstances météorologiques qui ont eu lieu dans chaque mois de l'année. Un plus grand détail nous auroit jetés trop loin; ceux qui en auront besoin pourront avoir recours à nos registres originaux, où ils trouveront un historique très-circonstancié de l'état & des variations de l'atmosphère, fait cinq ou six fois par jour, à différentes heures, tant pour le moment que dans l'intervalle des observations.

Mém. 1786.

T t

J'ai cru, cette année, devoir ajouter l'heure où le *maximum* & le *minimum* de la hauteur du baromètre & du thermomètre ont eu lieu. Cet instant de l'observation est très-important à connaître, dans la comparaison que l'on voudroit faire de nos observations avec celles d'autres météorologues. Pour être bien sûr de l'instant où le baromètre & le thermomètre arrivent dans les points extrêmes de leurs variations, il faudroit un œil fixé sans cesse, jour & nuit sur leur mouvement; occupés d'autres objets, cela nous est impossible & n'auroit peut-être pas d'ailleurs une utilité équivalente à la peine. Il faudroit peut-être aussi varier fréquemment la position du thermomètre, non-seulement selon les saisons, mais encore selon la direction journalière des vents; c'est à ceux qui font leur unique étude de la météorologie, & qui s'adonnent entièrement à ce genre d'observations, à examiner & à rechercher toutes les attentions, toutes les circonstances & tous les procédés les plus propres à nous procurer la plus grande délicatesse & la plus grande justesse dans les observations.

Nous devons prévenir que, ne commençant guère les observations qu'entre sept & huit heures du matin, il est possible qu'en hiver nous n'ayons pas toujours la plus petite élévation du mercure dans le thermomètre; & en été, cela a encore d'autant plus lieu, que le Soleil, à son lever, donne sur notre instrument, dont la position en plein nord se trouve aussi défavorable dans ce moment pour l'observation du *minimum*, qu'elle est favorable dans tout le reste de la journée pour l'observation du *maximum*. D'un autre côté, l'exposition élevée & l'isolement de notre thermomètre le garantissent de tout reflet, soit du pavé, soit d'aucun mur, mais il reçoit l'impression directe de tout vent de la partie du nord, depuis le nord-ouest jusqu'à l'est, & par conséquent se trouve abrité de tous ceux de la partie du sud, depuis l'est jusqu'au nord-ouest. Or, les vents apportent une grande modification dans la hauteur du thermomètre, & c'est-là ce qui forme d'abord un grand obstacle à la comparaison rigoureuse de ces instrumens, lorsqu'ils n'ont pas absolument la même exposition, c'est ce qui rend de plus extrêmement difficile la détermination absolue du degré de la température générale

de l'atmosphère, qui n'est pas la même dans les différentes couches où se trouveront plongés les instrumens qu'on emploira pour la déterminer. Il y auroit, sur cet objet, bien des réflexions intéressantes à faire, mais nous les réservons pour un autre moment.

J'ai compté le jour météorologique depuis huit heures du matin jusqu'à pareille heure du jour suivant; ainsi, s'il a tombé de la neige le 12 à 5 heures du matin, je dis qu'il a neigé le 11.

	<i>La plus grande.</i>	<i>La plus petite.</i>	<i>Variation annuelle.</i>	
<i>Hauteur du Baromètre.</i>	<i>pent. ligne.</i> 28,7.3.31 Déc.	<i>pent. lig.</i> 27,0,21.7 N.	<i>pent. ligne.</i> 1.7.6.	Jours de pluie..... 134. Jours de neige.... 22. Jours de gelée.... 56.
<i>Hauteur du Thermomètre.</i>				Quantité d'eau tombée pendant l'année. 23 ^{lignes} 3 ^{lignes} 6 ^{lignes} .
Exposé à l'air libre.....	23 ^d , 3. 12 Juin.	— 10 ^d , 4. 4 Jan	33 ^d , 7.	Déclinaison de l'aiguille aimantée, le 1 ^{er} Juin 21 ^d 27'.
Placé au fond des caves.....	9 ^d , 1 ^{lignes} 2 ^{lignes} Orl. & N.	9 ^d , 1 ^{lignes} 1 ^{lignes} 7 Fév.	7 ^{lignes} 2 ^{lignes}	Inclinaison le 1 ^{er} Juin 71 ^d 3'.
Variation diurne de l'aiguille aimantée...	16' 26 Av. M. J.	9' 35 J. F. & N.		



HISTOIRE CÉLESTE

DE L'ANNÉE 1786.

UN passage de Mercure sur le Soleil, & l'apparition de deux comètes ont fixé particulièrement cette année l'attention des Astronomes.

La première comète sembla n'être venue que pour éprouver la vigilance des observateurs, car elle ne fut visible que deux fois seulement. Découverte par M. Méchain, le 17 janvier, elle fut presque aussitôt dérobée à ses regards par le mauvais temps qui régna jusqu'au commencement de février; & lorsque le ciel devint plus favorable, le mouvement de la comète l'ayant rapprochée du Soleil & fait descendre vers l'hémisphère austral, il ne fut plus possible de l'apercevoir. Combien de ces astres dont l'apparition est ainsi soustraite à notre connoissance par de semblables circonstances! & lorsque l'on fait attention que soixante-quatorze comètes ont déjà été aperçues à leur passage au travers de notre système, que doit-on penser de la multiplicité des planètes que régit le Soleil, & du temps qui nous sera nécessaire pour les passer toutes en revue & en avoir le dénombrement complet?

La seconde comète parut dans des circonstances plus favorables que la première, & sous les plus heureux auspices; son apparition fut reconnue & annoncée au monde savant, par une femme dont le nom étoit déjà célèbre en astronomie, par de belles & étonnantes découvertes dans le ciel. M. Herschel, obligé de s'absenter pour quelque temps de Windsor, avoit chargé M.^{lle} sa sœur du soin de son observatoire & de l'inspection du ciel; & Miss Herschel, digne d'une telle confiance, ajouta bientôt une comète, à cette planète lointaine, à ces étoiles innombrables, à ces nébuleuses singulières, à tous ces astres enfin découverts nouvellement par son illustre frère. La comète annoncée par Miss Caroline Herschel fut observée pendant trois mois, depuis le commencement d'août jusqu'à la fin d'octobre, & les élémens de son orbite ont été

suffisamment déterminés, pour qu'on puisse la reconnoître dans les apparitions futures.

Le passage de Mercure étoit annoncé pour le 4 mai de cette année; l'entrée devançant le lever du Soleil de $1^h 39'$, ne devoit point être visible à Paris, mais la sortie du centre de Mercure, selon les Éphémérides, devoit avoir lieu à $7^h 45'$ du matin, par conséquent on devoit espérer de voir la planète sur le disque du Soleil pendant un espace de plus de trois heures & demie; mais le ciel fut constamment couvert depuis le lever du Soleil jusqu'à 8 heures un quart, & ce ne fut qu'environ une demi-heure après la fin annoncée du phénomène, que le ciel commençant à se nettoyer permit d'apercevoir le Soleil au travers des nuages. Le plus grand nombre des astronomes crut alors n'avoir autre chose à faire qu'à regretter, ainsi qu'il arrive si souvent, une occasion perdue; mais quelques autres moins confians dans la précision des calculs, ayant regardé le Soleil, y aperçurent Mercure qui étoit encore sur le disque, quoique selon les Éphémérides il dût en être sorti depuis près de trois quarts d'heure. M.^r Messier & de Lambre observèrent la fin du passage, ou les contacts intérieur & extérieur de la sortie, à $8^h 36' 28''$, 3, & $8^h 39' 57''$, 7. Nous l'avouerons, nous ne fumes point aussi heureux, ou pour mieux dire, aussi prévoyans. Nous ne pumes soupçonner une aussi grande erreur dans l'annonce; tout le monde eut même lieu d'en être étonné; on n'avoit point fait attention que dans la position où se trouvoit alors Mercure, la plus petite erreur sur sa longitude devoit en produire une très-forte sur le temps du phénomène. En effet, l'erreur de 40 minutes dont les tables de M. de la Lande avoient annoncé trop tôt la fin du passage, ne venoit que de 2 minutes trois quarts d'erreur sur la longitude géocentrique de Mercure, produites par un mouvement de l'aphélie que M. de la Lande avoit supposé trop fort; & 4 minutes d'erreur dans les tables de Halley, avoient produit 56 minutes d'erreur sur le temps, mais en sens contraire. De sorte qu'en prenant le milieu entre l'annonce des deux tables, on eût prévu assez exactement le vrai moment du phénomène; mais on avoit tout lieu de croire que les tables de M. de la Lande, plus nouvelles, & qui avoient si bien représenté le dernier passage

de 1782, méritoient une plus grande confiance. Au reste, les observations de ce passage, qui ont été faites en divers autres pays, ont bien dédommagé du contre-temps qu'ont éprouvé les astronomes de Paris, tant par le mauvais temps que par l'erreur de l'annonce.

Au nombre des objets qui ont particulièrement intéressé l'astronomie dans le cours de cette année, nous n'oublierons point de citer le savant travail d'un de nos plus habiles géomètres sur la théorie de Saturne, & les heureux essais faits au Cabinet du Roi, pour la perfection des télescopes : la géométrie & l'optique sont à l'astronomie, ce que la raison & le sens de la vue sont à l'homme ; l'une explique, juge & approfondit ce que l'autre découvre & fait apercevoir.

Depuis la solution du problème des trois corps, les inégalités du mouvement moyen des planètes, produites par leur attraction mutuelle, avoient été soumises au calcul. Leur loi bien reconnue se trouvoit, pour ainsi dire, écrite dans des formules générales & précises, dont l'exactitude étoit chaque jour d'autant plus justifiée, que l'on étoit plus exact & plus scrupuleux dans l'application de ces formules, & dans l'évaluation de tous les termes & des plus petites quantités qu'elles renferment. C'est ainsi que les mouvements de la Lune, dont les irrégularités devoient être d'autant plus grandes & plus sensibles, que cet astre est plus proche de nous, se trouvent enfin aujourd'hui représentés par la théorie avec une précision qu'on avoit long-temps désespéré d'atteindre. Mais tandis que les efforts réunis des géomètres & des astronomes soumettoient à leur loi cette Lune si long-temps rebelle, Saturne s'y déroboit entièrement, & par des irrégularités, en apparence inexplicables, donnoit lieu de soupçonner un dérangement accidentel & particulier à cette planète ; telle fut du moins l'opinion d'un de nos plus célèbres astronomes, dans l'annonce qu'il fit en 1764, d'un *dérangement singulier observé dans le mouvement de Saturne* (a). Mais M. de la Place, dans de nouvelles recherches sur la théorie de cette planète, par une application & une exposition plus approfondie du principe & des loix de l'attraction, vient de prouver

(a) Voyez les Mémoires de l'Académie, année 1765, page 361.

que ce dérangement apparent de Saturne n'a aucune réalité. Il a découvert dans les élémens des orbites de Saturne & de Jupiter, des inégalités considérables, dont les périodes embrassent plus de neuf siècles, & qui sont la source des grands dérangemens observés par les astronomes dans les mouvemens de ces deux planètes, & principalement dans celui de Saturne. Son analyse l'a conduit à des formules, au moyen desquelles il est parvenu à représenter les observations anciennes & modernes de Jupiter & de Saturne, avec une précision qui prouve à la fois la justesse & la nécessité des grandes équations qu'il a introduites dans leurs théories, & que les siècles suivans rendront plus sensibles; ainsi les dérangemens de Saturne, dont on n'avoit pu jusqu'ici rendre raison par le principe de la pesanteur universelle, présentent une confirmation nouvelle de ce principe admirable. Ce travail de M. de la Place, fait d'autant plus d'honneur à son auteur, que M. Euler même, dans la pièce qui remporta le prix proposé par l'Académie, en 1748, ne parvint à représenter les observations de Saturne, qu'à 9 minutes près; la théorie de M. de la Place ne s'en écarte pas de 2 minutes.

L'ingénieuse idée qu'a eue M. l'abbé de Rochon, d'employer la platine à la construction des miroirs de télescope, & l'heureux essai qu'il vient d'en faire dans l'exécution d'un télescope de 5 pieds & demi, nous promettent pour ces instrumens un nouveau genre de perfection que sembloient avoir porté au dernier degré, les succès de M. Herschel dans le travail des miroirs. L'inaltérabilité du nouveau métal assure aux télescopes de platine une durée infinie; cet avantage est d'autant plus précieux, que jusqu'à présent la matière dont les miroirs étoient composés ne résistoit pas long-temps à l'acide & aux impressions de l'air. Celui qui possédoit un excellent télescope ne pouvoit le conserver tel, qu'en en faisant très-peu d'usage, & renfermant ainsi, comme l'avare, toutes ses jouissances dans la privation. La platine, comme l'on sait, n'est pas même attaquable par l'eau-forte; susceptible du poli le plus parfait, elle ne le perdra jamais, & l'opticien qui sera parvenu au plus grand degré de perfection du travail, sera assuré que rien n'altérera la forme & la beauté de son miroir. Ce métal d'ailleurs paroît donner une lumière très-favorable à la distinction des

images. Enfin nous devons ajouter que dans la comparaison que nous avons faite du nouveau télescope de platine de M. l'abbé de Rochon, avec un très-bon télescope de métal ordinaire, de même grandeur, de même force, & construit par le sieur Dollond, le premier a eu l'avantage le plus décidé. M. l'abbé de Rochon doit rendre compte incessamment au public des moyens qu'il a employés, tant pour parvenir à la fusion de la platine, que pour rendre ce métal susceptible du travail des miroirs; c'étoit-là le grand point de difficulté dans l'application de la platine aux télescopes. On ne peut qu'attendre avec impatience cet ouvrage intéressant, ainsi que l'exécution d'un miroir de platine de 20 pieds de foyer, que cet Académicien se propose de faire incessamment construire sous ses yeux, par le sieur Carrochez, le plus habile artiste que nous ayons dans ce genre.

LE SOLEIL.

DE trois éclipses de Soleil qui ont eu lieu le 29 janvier, le 24 juillet & le 20 décembre, aucune ne devoit être visible à Paris; la première a dû être centrale & annulaire dans la Tartarie chinoise; la seconde a dû être centrale & totale près le cap de Bonne-espérance dans la mer occidentale.

Au mois de juin, on a observé

La hauteur solsticiale du bord supérieur du Soleil 64^d 53' 57^{''},6.

D'où l'on conclut

L'obliquité de l'écliptique. { apparente 23. 27. 59.
vraie 23. 27. 55,2.

Au mois de septembre, on a observé

La hauteur méridienne du bord supérieur du Soleil, le 22. 41. 36. 47,2.

D'où l'on conclut

La déclinaison vraie du centre 0. 10. 1,5.
L'heure de l'équinoxe 10^h 15' 51^{''}.

Les

Les observations faites à une lunette méridienne de 3 pieds, & à un quart-de-cercle mobile de 6 pieds, des passages & des hauteurs du Soleil & des principales Étoiles qui se sont trouvées dans son parallèle, ont donné les résultats suivans :

ÉPOQUES 1786.	ÉTOILES.	DIFFÉR.	DIFFÉRENCE	ÉPOQUES 1786.	ÉTOILES.	DIFFÉR.	DIFFÉRENCE
		d'ascens. droite du centre du SOLEIL & de l'ÉTOILE.	de déclinaison du bord supérieur du SOLEIL & de l'ÉTOILE.			d'ascens. droite du centre du SOLEIL & de l'ÉTOILE.	de déclinaison du bord supérieur du SOLEIL & de l'ÉTOILE.
		D. M. S.	D. M. S.			D. M. S.	D. M. S.
Févr. 16	la Chèvre *	104. 52. 44	° ° °	Mai. 29	β Hercule	178. 52. 49	+ 0. 0. 30
Mars. 31	α Bouv. *	196. 6. 13	° ° °	30	Idem. ...	177. 51. 46	— 0. 8. 23
	Regulus *	139. 12. 21	° ° °	31	Idem. ...	176. 50. 34	— 0. 17. 5
Avril. 2	Procion. *	100. 10. 17	+ 0. 23. 49	Juin. 1	Idem. ...	175. 49. 7	— 0. 25. 7
	α gr. Ou. *	161. 49. 39	° ° °	2	Idem. ...	174. 47. 31	° ° °
3	β Corb. *	173. 2. 33	° ° °	3	Idem. ...	173. 45. 53	° ° °
10	α Vierge *	179. 20. 12	° ° °	4	Idem. ...	172. 44. 24	° ° °
12	Idem. ...	177. 30. 30	° ° °	5	Idem. ...	171. 42. 42	° ° °
	↓ Lion. *	149. 26. 38	+ 1. 17. 43	6	Idem. ...	170. 40. 55	° ° °
13	Idem. ...	133. 28. 49	+ 0. 55. 56	8	Idem. ...	168. 37. 17	° ° °
14	Idem. ...	132. 33. 37	+ 0. 34. 21	9	Idem. ...	167. 35. 2	° ° °
15	Idem. ...	131. 38. 22	+ 0. 13. 5	16	Idem. ...	149. 56. 9	— 1. 40. 20
	β Lion. *	150. 420	° ° °	29	Idem. ...	146. 49. 13	— 1. 32. 4
16	↓ Lion. *	130. 42. 57	— 0. 8. 18	Juillet 5	Idem. ...	140. 37. 30,5	— 1. 4. 23
17	α Lion. ...	116. 50. 3	— 0. 2. 4	12	Idem. ...	133. 27. 57	— 0. 14. 49
25	ζ Bouvier.	184. 40. 25	+ 1. 3. 29	14	Idem. ...	131. 25. 33	+ 0. 2. 47
Mai. 1	β Lion. ...	135. 47. 6	+ 0. 17. 41	15	Idem. ...	130. 25. 15	+ 0. 12. 12
	β Lion. ...	126. 59. 55	+ 1. 7. 22	18	Arcturus. *	93. 37. 10	— 0. 57. 24
2	Idem. ...	134. 49. 46	— 0. 0. 18	19	Idem. ...	92. 36. 42	— 0. 36. 30
	β Serpent.	194. 22. 40	+ 0. 19. 47	23	Idem. ...	88. 37. 20	+ 0. 0. 20
14	Arcturus. *	160. 7. 43	+ 1. 18. 31	> d'Herc.	120. 16. 5	— 0. 37. 45	
15	Idem. ...	159. 8. 33	+ 1. 3. 54	24	Idem. ...	119. 16. 30	— 0. 25. 8
17	α Bouvier	151. 48. 8	— 0. 12. 28	Arcturus. *	87. 37. 46	+ 0. 12. 53	
19	Arcturus. *	155. 10. 47	+ 0. 10. 38	> d'Herc.	115. 20. 13	+ 0. 28. 16	
21	Idem. ...	° ° °	— 0. 26. 4	28	Idem. ...	159. 0. 26	— 0. 9. 59
25	Idem. ...	149. 9. 52	° ° °	5	Idem. ...	157. 5. 2	+ 0. 22. 18
27	β Hercule	180. 55. 11	+ 0. 19. 36	8	Dauphin	170. 45. 24	— 0. 57. 43
28	Idem. ...	179. 53. 45	+ 0. 9. 51	9	Idem. ...	169. 48. 44	— 0. 41. 18

Mém. 1786.

U u

ÉPOQUES 1756.	ÉTOILES.	DIFFÉR. d'ascen. droite du centre du SOLEIL & de l'ÉTOILE.	DIFFÉRENCE de déclinaison du bord supérieur du SOLEIL & de l'ÉTOILE.	ÉPOQUES 1786.	ÉTOILES.	DIFFÉR. d'ascen. droite du centre du SOLEIL & de l'ÉTOILE.	DIFFÉRENCE de déclinaison du bord supérieur du SOLEIL & de l'ÉTOILE.
		D. M. S.	D. M. S.			D. M. S.	D. M. S.
Août 9	α Dauphin	168. 3. 6	— 0. 52. 9	Sept. 10	ν de Pégaſe	159. 54. 20	— 1. 2. 35
	Idem....	167. 6. 20	— 0. 34. 36		α l'Aigle.	114. 27. 57	— 0. 3. 48
	γ Dauphin	168. 51. 48	— 0. 22. 48		20 Antinoüs	117. 35. 23	— 0. 21. 0
	α d'Herc.	115. 53. 55	— 0. 6. 1		21 Idem....	116. 41. 28	— 0. 21. 0
	α d'Herc.	166. 9. 36	— 0. 16. 49		22 Idem....	115. 47. 31	+ 0. 2. 29
11	α d'Herc.	114. 57. 25	— 0. 48. 17	Octob. 16	λ Verseau.	138. 51. 27	+ 0. 4. 48
	α Dauphin	164. 16. 20	+ 0. 19. 21		17 Idem....	137. 55. 8	+ 0. 26. 47
	Idem....	163. 19. 53	+ 0. 37. 51		18 γ Éridan.	209. 52. 3	— 0. 58. 20
	α Ophiucus	113. 24. 55	— 0. 32. 29		λ Verseau.	136. 58. 42	+ 0. 48. 34
	α Dauphin	113. 24. 55	+ 0. 13. 25		18 γ Éridan*	204. 5. 28	— 0. 21. 35
Sept. 6	β l'Aigle.	130. 59. 4	— 0. 41. 18.6	Nov. 13	β Baleine.	139. 21. 14	— 1. 18. 41
	Idem....	130. 5. 1	— 0. 18. 53		α Capric.	94. 56. 27	+ 0. 45. 16
	13.° Daup.	143. 11. 4	— 0. 57. 54		25 γ du Lièvre	169. 48. 40	+ 0. 36. 27
	Idem....	140. 28. 59	+ 0. 10. 7		30 Idem....	164. 3. 51.4	+ 0. 21. 35

Nota. L'astérisme que l'on trouve dans la seconde colonne, indique que le passage des Étoiles & du Soleil a été déterminé le même jour par des hauteurs correspondantes; le signe + dans la quatrième colonne, indique que l'Étoile étoit plus haute dans le Méridien que le bord supérieur du Soleil; le signe —, indique qu'elle étoit plus basse; cette quatrième colonne renferme la différence de hauteur observée sans aucune correction.

Ces comparaisons du Soleil aux différentes Étoiles, donnent encore les résultats suivans :

PASSAGES DU CENTRE DU SOLEIL DANS LE PARALLÈLE DES ÉTOILES							
			Différ. d'af. dr.				Différ. d'af. dr.
↓ du Lion.	le 16 Avril	à 9 ^h 12' 16"	130 ^d 21' 38"	γ du Dauph.	le 10 Août	à 9 ^h 21' 46"	168 ^d 29' 38"
β du Lion.	2 Mai.	21. 19. 5	133. 58. 43	α du Dauph.	1 ^{re} Août	3. 11. 56	— 0. 2. 29
γ du Bouvier	17 Mai.	5. 13. 45	151. 35. 9	α du Dauph.	25 Août	4. 0. 0	— 0. 2. 29
Arcturus...	20 Mai.	3. 53. 47	— 0. 2. 29	δ de l'Aigle.	7 Sept.	3. 15. 21	129. 57. 41
	21 Juill.	16. 9. 25	89. 51. 34	δ de l'Aigle.	16 Sept.	112. 20. 41	114. 56. 12
2 d'Hercule	30 Mai.	20. 9. 55	177. 0. 20.7	η d'Antim.	21 Sept.	5. 15. 30	116. 29. 39
	11 Juill.	21. 8. 47	133. 35. 17	λ du Verseau	15 Oct.	1. 28. 47	139. 47. 1
α de la Balance	2 Août	14. 16. 1	159. 54. 56				

Des observations du Soleil & de β d'Hercule, faites en Mai & en Juillet, on conclut ce qui suit :

Le 30 Mai..... 20^h 9' 55" T. 17.

Afc. dr. du Soleil app. 68^d 16' 55", 5.

Longitude du Soleil... 69. 55. 46.

Afc. dr. de β d'Herc. 245. 17. 16.

Le 11 Juillet..... 21^h 34' 13" T. 17.

111^d 43' 4", 5.

110. 4. 14.

245. 17. 15, 3.

M E R C U R E

CETTE Planète a achevé, dans le courant de cette année, quatre révolutions, plus deux signes dix-sept degrés cinquante minutes autour du Soleil, & s'est trouvée

EN CONJONCTION		PLUS G. ^{DE} DIGRESSION		STATIONNAIRE.		PASSAGE sur LE SOLEIL.
Supérieure.	Intérieure.	Orientale.	Occidentale.			
18 Mars.	4 Mai.	13 Avril.	26 Janvier.	20 Janvier.	25 Août.	Le 4 Mai.
2 Juillet.	6 Sept.	10 Août.	31 Mai.	23 Avril.	17 Sept.	
22 Octobre.	23 Déc.	5 Déc.	22 Sept.	16 Mai.	14 Déc.	

On n'a pu déterminer, par observation, que quatre lieux de cette Planète, qui comparés aux Tables, ont donné les résultats suivans :

1786.	TEMPS VRAI.	ÉTOILE comparée.	POSITION SUPPOSÉE DE L'ÉTOILE.		LIEU OBSERVÉ DE MERCURE.		ERREUR des TABLES.	
			Ascension dr.	Déclinaison.	Longitude.	Latitude.	En long.	En latit.
	<i>H. M. S.</i>		<i>D. M. S.</i>	<i>D. M. S.</i>	<i>D. M. S.</i>	<i>D. M. S.</i>	<i>M. S.</i>	<i>M. S.</i>
Avril 13	1. 12. 13,3	<i>Arcturus</i>	211. 29. 6	Boreale. 24. 17. 51	43. 21. 7	Boreale. x. 46. 9	+ 0. 39	+ 0. 0
14	1. 12. 6,2	<i>Idem...</i>	<i>Idem.....</i>	<i>Idem.....</i>	44. 15. 30	2. 50. 10	+ 0. 33	+ 0. 0
Juill. 23	1. 24. 57,7	<i>αOphiur.</i>	261. 15. 54	12. 43. 57	141. 24. 31	11. 6. 23	- 0. 35	- 0. 34
28	1. 34. 13,8	<i>Idem....</i>	<i>Idem.....</i>	<i>Idem.....</i>	149. 6. 44	0. 29. 2	- 0. 18	- 0. 26

Uu ij

V É N U S.

CETTE Planète a achevé, dans le courant de cette année, deux révolutions moins quatre signes seize degrés vingt-sept minutes autour du Soleil, & s'est trouvée

DANS SON NŒUD		EN CONJONCT.	PLUS	STATIONNAIRE.
Descendant.	Ascendant.	supérieure.	G. ^{re} ÉLONGAT.	
13 Janvier.	6 Mai.	21 Mars.	24 Octobre.	14 Décembre.
25 Août.	17 Décemb.			

On a déterminé, par observation, cinquante-cinq lieux de cette Planète, qui, comparés aux Tables, ont donné les résultats suivans :

1786.	TEMPS VRAI.	ÉTOILE comparée	POSITION SUPPOSÉE DE L'ÉTOILE.		LIEU OBSERVÉ DE VÉNUS.		ERREUR des TABLES.	
			Ascension dr.	Déclinaison.	Longitude.	Latitude.	En long.	En latit.
			D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	M. S.	M. S.
			Sériele.		Austral.			
Avril 13	0. 23. 12,7	α Lion...	155. 23. 33	10. 24. 5	29. 29. 30	0. 51. 47	+1. 7	+0. 9
14	0. 24. 12	Idem....	Idem.....	Idem.....	30. 43. 39	0. 50. 3	+1. 4	+0. 2
15	0. 25. 11,4	Idem....	Idem.....	Idem.....	31. 57. 38	0. 48. 12	+0. 53	+0. 6
16	0. 26. 11,2	γ Vierge..	192. 53. 42	12. 6. 33	33. 12. 10	0. 46. 3	+1. 16	+0. 12
17	0. 27. 11,2	α Lion...	142. 26. 27	10. 51. 22	34. 26. 3	0. 44. 19	+1. 2	+0. 10
		β Lion...	155. 23. 33	10. 24. 5				
25	0. 35. 32,7	ζ Bouvier.	217. 44. 42	14. 39. 6	44. 18. 58	0. 26. 46	+1. 20	+0. 5
		β Lion...	174. 33. 0	15. 45. 57				
29	0. 39. 56,8	δ Lion...	165. 45. 29	16. 35. 45	49. 14. 41	0. 17. 27	+1. 7	+0. 6
Mai 1	0. 42. 12,6	Idem....	Idem.....	Idem.....	51. 42. 34	0. 12. 38	+1. 8	+0. 8
2	0. 43. 22,8	β Lion...	174. 32. 59	15. 45. 58	52. 56. 51	0. 10. 7	+1. 31	+0. 3
		β Serpent.	234. 5. 29	16. 5. 57				

1786.	TEMPS VRAI.	ÉTOILE comparée	POSITION SUPPOSÉE DE L'ÉTOILE.		LIEU OBSERVÉ DE VÉNUS.		ERREUR des TABLES.		
			Ascension dr.	Déclinaison.	Longitude.	Latitude.	En long.	En latit.	
	H. M. S.		D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	M. S.	M. S.	
Mai	14	0. 57. 48,5	Arcturus.	211. 29. 7	Borealis.	20. 17. 55	67. 42. 20	0. 19. 14	+1. 33 —0. 7
	15	1. 0. 12,6	Idem....	Idem.....	Idem.....	Idem.....	68. 55. 9	0. 21. 54	+0. 43 +0. 5
	17	1. 1. 35,3	Idem....	Idem.....	Idem.....	Idem.....	71. 22. 22	0. 26. 55	+0. 52 +0. 13
	19	1. 4. 8,5	Idem....	Idem.....	Idem.....	Idem.....	73. 49. 36	0. 31. 35	+0. 51 +0. 7
	26	1. 13. 8,5	β Hercule	245. 16. 29	21. 57. 44	81. 24. 32	0. 47. 56	+1. 15	+0. 3
	27	1. 14. 26,9	Idem....	Idem.....	Idem.....	Idem.....	83. 37. 57	0. 50. 10	+1. 8 +0. 3
	28	1. 15. 43,1	Idem....	Idem.....	Idem.....	Idem.....	84. 51. 35	0. 52. 22	+1. 3 +0. 3
	29	1. 17. 0,6	δ Hercule	256. 34. 31	25. 6. 7	86. 4. 54	0. 54. 34	+1. 18	+0. 3
			β Hercule	245. 16. 30	21. 57. 44				
	30	1. 18. 17,7	γ Hercule	256. 34. 31	25. 6. 7	87. 18. 9	0. 56. 48	+1. 8	+0. 7
			β Hercule	245. 16. 30	21. 57. 44				
	31	1. 19. 3,6	γ Hercule	256. 34. 31	25. 6. 7	88. 31. 31	0. 58. 58	+1. 9	+0. 9
			β Hercule	245. 16. 30	21. 57. 44				
Juin	1	1. 20. 51,5	δ Hercule	256. 34. 31	25. 6. 7	89. 45. 1	1. 1. 3	+1. 17	+0. 10
	2	1. 22. 6,8	Idem....	256. 34. 31	25. 6. 7	90. 58. 18	1. 3. 11	+1. 15	+0. 10
			β Hercule	245. 16. 31	21. 57. 54				
	4	1. 24. 38,4	Idem....	Idem.....	Idem.....	93. 24. 44	1. 7. 4	+1. 2	+0. 10
	5	1. 25. 53,2	δ Hercule	256. 34. 31	25. 6. 7	94. 38. 6	1. 9. 2	+1. 7	+0. 13
			β Hercule	245. 16. 31	21. 57. 54				
	6	1. 27. 8,6	Idem....	245. 16. 29	21. 57. 54	95. 51. 26	1. 10. 54	+1. 14	+0. 13
			β Hercule	256. 34. 31	25. 6. 7				
	8	1. 29. 35,8	Idem....	Idem.....	Idem.....	98. 17. 44	1. 14. 40	+1. 5	+0. 20
			β Hercule	245. 16. 29	21. 57. 54				
	9	1. 30. 49,0	δ Hercule	256. 34. 31	25. 6. 7	99. 31. 2	1. 16. 17	+1. 15	+0. 13
			β Hercule	245. 16. 29	21. 57. 54				
Juill.	26	1. 49. 22,3	Idem....	245. 16. 31	21. 57. 52	120. 11. 39	1. 37. 14	+1. 1	+0. 11
	15	2. 4. 23,4	γ Serpent.	236. 39. 23	16. 22. 10	143. 8. 13	1. 36. 59	+0. 25	+0. 8
	17	2. 5. 40,7	γ Dauph.	306. 53. 43	13. 51. 54	145. 32. 47	1. 35. 33	+0. 40	+0. 23
			γ Dauph.	309. 12. 1	15. 29. 9				
	18	2. 6. 17,6	Idem....	Idem.....	Idem.....	146. 44. 57	1. 34. 36	+0. 46	+0. 10
			β Dauph.	306. 53. 43	13. 51. 54				
	19	2. 6. 52,5	Idem....	Idem.....	Idem.....	147. 56. 52	1. 33. 33	+0. 38	+0. 23
			γ Dauph.	309. 12. 1	15. 29. 9				
22	2. 8. 36,9	β Dauph.	306. 53. 43	13. 51. 54	151. 32. 56	1. 29. 53	+0. 43	+0. 20	

1786.	TEMPS VRAI.	ÉTOILE comparée.	POSITION SUPPOSÉE DE L'ÉTOILE.		LIEU OBSERVÉ DE VÉNUS.		ERREUR des TABLES.	
			Afcension dr.	Déclinaison.	Longitude.	Latitude.	En long.	En latit.
	H. M. S.		D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	M. S.	M. S.
				Boréale.		Boréale.		
juill. 25	2. 9. 10,3	α Ophiucus	261. 15. 54	12. 43. 57	152. 44. 30	1. 28. 34	+0. 16	+0. 22
25	2. 10. 15,4	Idem.	Idem.	Idem.	155. 8. 6	1. 25. 27	+0. 14	+0. 23
Voût 3	2. 14. 50,5	β l'Aigle.	296. 13. 2	5. 53. 36	165. 52. 31	1. 8. 38	+0. 3	+0. 35
7	2. 16. 46,7	δ Serpent.	281. 24. 44	3. 56. 31	179. 22. 13	0. 58. 48	-0. 6	+0. 19
9	2. 17. 47,7	Idem.	Idem.	Idem.	173. 0. 13	0. 53. 27	+0. 3	+0. 13
10	2. 18. 17,4	Idem.	Idem.	Idem.	174. 10. 53	0. 50. 35		
24	2. 25. 21,4	η Serpent.	272. 35. 1	" " "	170. 40. 0	0. 6. 6	+0. 10	+0. 15
				Australe.		Australe.		
Sept. 5	2. 32. 31,7	λ Verseau	340. 22. 52	8. 42. 23	204. 36. 23	0. 40. 10	+0. 7	-0. 3
6	2. 33. 6,2	Idem.	Idem.	Idem.	205. 45. 34	0. 43. 47	+0. 7	-0. 38
		α Capric.	301. 33. 34	13. 11. 20				
7	2. 33. 44,2	λ Verseau.	340. 22. 52	8. 42. 23	206. 54. 30	0. 48. 17	-0. 7	-0. 2
10	2. 43. 17,1	θ Capric.	313. 29. 27	18. 3. 52	221. 43. 44	1. 42. 3	+0. 17	-0. 29
21	2. 44. 5,4	δ Capric.	323. 49. 7	17. 4. 54	222. 51. 22	1. 46. 21	+0. 19	-0. 10
22	2. 44. 50,2	δ Verseau	340. 50. 18	16. 56. 49	223. 58. 12	1. 51. 1	-0. 17	+0. 9
23	2. 45. 42,5	Idem.	Idem.	Idem.	225. 6. 31	1. 55. 28	+0. 38	-0. 28
Oct. 16	3. 5. 10,2	ϵ Éridan.	56. 10. 13	" " "	250. 6. 29	3. 19. 25	-0. 19	+0. 28
18	3. 6. 41,8	Idem.	Idem.	" " "	252. 11. 13	3. 24. 46	-0. 51	+0. 9
23	3. 10. 13,4	Idem.	Idem.	" " "	257. 18. 15	3. 36. 57	-1. 0	+0. 9
24	3. 10. 50,9	Idem.	Idem.	" " "	258. 18. 31	3. 39. 24	-1. 11	+0. 30
25	3. 10. 27,2	Idem.	Idem.	" " "	259. 18. 39	3. 41. 19	-0. 44	+0. 28
26	3. 12. 3	Idem.	Idem.	" " "	260. 18. 26	3. 43. 14	-1. 29	+0. 19
27	3. 12. 34,7	Idem.	Idem.	" " "	261. 19. 35	3. 44. 33	-0. 42	+0. 8
28	3. 13. 4,5	Idem.	Idem.	" " "	262. 16. 23	3. 46. 34	-0. 59	+0. 34
						Boréale.		
Nov. 24	1. 13. 10,8	β Lièvre.	79. 47. 29	20. 56. 24	290. 11. 40	1. 44. 55	-6. 46	+0. 38
30	0. 33. 41,9	α Lièvre.	80. 50. 53	17. 59. 16	287. 18. 44	3. 17. 55	-7. 49	+0. 36

Nota. Lorsque nous ne mettons point la déclinaison de l'Étoile, cela indique que la déclinaison de la Planète a été déduite directement de la hauteur méridienne observée, & non de la différence avec l'Étoile.

M A R S.

CETTE Planète a parcouru, cette année, un arc de $176^{\text{d}} 47'$ autour du Soleil, & s'est trouvée

EN QUADRATURE.	EN CONJONCTION.	Dans son Nœud ascendant.
Le 6 Mars.	Le 7 Novembre.	Le 12 Novembre.

On a déterminé, par observation, six lieux de cette Planète, qui, comparés aux Tables, ont donné les résultats suivans :

1786.	TEMPS VRAI.	ÉTOILE comparée.	POSITION SUPPOSÉE DE L'ÉTOILE.		LIEU OBSERVÉ DE MARS.		ERREUR des TABLES.	
			Ascension dr.	Déclinaison.	Longitude.	Latitude.	En long.	En latit.
	H. M. S.		D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	M. S.	M. S.
Fév. 24	6. 8. 35	Écrevisse.	127. 43. 30	Boreale. 22. 13. 33	72. 3. 35	2. 13. 33	-1. 50	+0. 23
Mars 10	5. 44. 22. 4	Gemeau.	97. 41. 26	25. 19. 33	78. 26. 49	2. 6. 47	-1. 22	+0. 18
Avril 1	5. 13. 8. 3	du Lion.	143. 25. 43	24. 44. 56	89. 28. 48	1. 55. 42	-1. 18	-0. 2
	5. 11. 47. 4	Idem...	Idem.....	Idem.....	90. 0. 4	1. 55. 18	-1. 27	+0. 7
14	4. 56. 18. 2	Idem...	Idem.....	Idem.....	96. 25. 40	1. 49. 15	-1. 11	-0. 3
15	4. 55. 0. 7	Idem...	Idem.....	Idem.....	96. 58. 8	1. 48. 59	-1. 19	+0. 12

J U P I T E R.

CETTE Planète a parcouru, dans le courant de cette année, un arc de $27^{\text{d}} 45'$ autour du Soleil, & s'est trouvée

EN CONJONCTION.	EN QUADRATURE.	EN OPPOSITION.
Le 17 Avril.	Le 12 Août.	Le 8 Novembre.

On a déterminé, par observation, soixante-quatre lieux de cette Planète, qui, comparés aux Tables, ont donné les résultats suivans :

1786.	TEMPS VRAI.	ÉTOILE comparée	POSITION SUPPOSÉE DE L'ÉTOILE.		LIEU OBSERVÉ DE JUPITER.		ERREUR des TABLES.	
			Ascension dr.	Déclinaison.	Longitude.	Latitude.	Enlong.	En latit.
			D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	M. S.	M. S.
			Boréale.		Austral.			
			# # #		# # #			
Mai. 28	21.56.22	>Serpent.	236.39.26	# # #	37.24.18	1. 1. 51	-5.24	-0.34
29	21.53. 9	α Ophiucus	261.15.52	12.43.32				
		ζ Bouvier.	217.44.42.5	14.39. 6	37.37.22	1. 1. 57	-5.11	-0.29
Jun. 1	21.43.27.3	α Ophiucus	261.15.52	12.43.48	38.16.47	1. 1. 54	-5.17	-0.42
3	21.36.57.4	ζ Bouvier.	217.44.44	14.39.10	38.42.53	1. 2. 7	-5.4	-0.35
4	21.33.41.2	Idem....	217.44.44	14.39.10	38.55.31	1. 2. 7	-5.32	-0.38
5	21.30.25.3	α Ophiucus	261.15.52	12.43.48	39. 8.33	1. 2. 17	-5.24	-0.31
8	21.20.33.5	ζ Bouvier.	217.44.44	14.39.10	39.46.38	1. 2. 22	-5.33	-0.38
28	20.13.19.5	β Serpent	234. 5.32	16. 6. 7	43.45. 5	1. 3. 50	-5.25	-0.46
Juill. 1	20. 3. 8.4	Idem....	Idem.....	Idem.....				
		>Serpent.	236.39.23	# # #	44.17.55	1. 4. 9	-5.23	-0.42
5	19.49.28.5	β Serpent	234. 5.31	16. 6. 7				
		>Serpent.	236.39.23	# # #	45. 0. 2	1. 4. 40	-5.32	-0.30
7	19.42.38.8	β Serpent	234. 5.31	16. 6. 7	45.20.40	1. 4. 58	-5.29	-0.31
12	19.25.34.3	Idem....	Idem.....	Idem.....				
		>Serpent.	236.39.23	16.22.10	46. 9.56	1. 5. 22	-5.38	-0.42
15	19.15.21.2	Idem....	Idem.....	Idem.....	46.38.47	1. 5. 43	-5.7	-0.43
16	19.11.56.7	α l'Aigle.	295. 5.50	# # #	46.47.20	1. 5. 46	-5.48	-0.47
18	19. 5. 1	>Dauphin	309.12. 1	15.22. 9.2				
		α la Flèche	292.39. 2	17.32.12	47. 4.57	1. 5. 52	-5.17	-0.55
19	19. 1.41.9	Idem....	Idem.....	Idem.....				
		>Dauphin	309.12. 1	15.22. 9	47.14.22	1. 6. 25	-5.38	-0.41
21	18.54.52.8	Idem....	Idem.....	# # #				
		α la Flèche	292.39. 2	17.32.13	47.31.42	1. 6. 36	-5.36	-0.36
24	18.44.39.5	Idem....	Idem.....	Idem.....	47.56.34	1. 7. 8	-5.41	-0.28
Acût 2	18.14. 1.8	Idem....	292.39. 2	17.32.16	49. 3.28	1. 8. 14	-6. 8	-0.40
3	18.10.39.1	Idem....	Idem.....	Idem.....	49.10. 9	1. 8. 25	-6. 9	-0.37
5	18. 3.39	Idem....	Idem.....	Idem.....	49.23. 7	1. 8. 42	-5.57	-0.39
6	18. 0.28.8	α Dauphin	307.26.23	15. 10.23	49.29.26	1. 8. 46	-5.59	-0.45
		>Dauphin	309.12. 3	15.22.12				

1786.	TEMPS VRAI.	ÉTOILE comparée	POSITION SUPPOSEE DE L'ÉTOILE.		LIEU OBSERVÉ DE JUPITER.		ERREUR des TABLES.	
			Ascension dt.	Déclinaison.	Longitude.	Latitude.	En long.	En latit.
	H. M. S.		D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	M. S.	M. S.
Août	8 17.53.23.3	> Dauph.	109.12.3	Bortale: 15.22.12	49.41.28	Aufale: 1.9.3	-6.10	-0.43
	9 17.50.14.5	Idem....	Idem....	Idem....	49.47.4	1.9.10	-6.10	-0.49
		> Dauph.	109.26.23	15.10.11				
	10 17.46.51.0	> Hercule	106.14.10	14.38.54	49.52.47	1.9.16	-6.7	-0.42
		> Dauph.	109.12.3	15.22.12				
	11 17.43.10.4	> Dauph.	109.26.23	15.10.11	49.58.3	1.9.35	-6.19	-0.43
		> Hercule	106.14.10	14.38.54				
	13 17.2.19.7	> Dauph.	109.12.3	15.22.12	50.49.55	1.11.29	-6.27	-0.47
	25 16.55.26.5	Idem....	Idem....	Idem....	50.56.13	1.11.47	-6.31	-0.48
	28 16.45.3	Idem....	Idem....	Idem....	51.3.55	1.12.15	-6.20	-0.48
Sept.	30 16.38.3	> Flèche	102.39.1	17.32.21	51.8.41	1.12.43	-6.32	-0.41
	6 16.13.20.7	> Pégase.	143.32.38	14.3.56	51.16.21	1.13.44	-6.41	-0.49
	7 16.9.45.4	> Flèche	102.38.58	17.32.23	51.17.2	1.13.54	-6.30	-0.48
	9 16.2.36.8	Idem....	Idem....	Idem....	51.17.11	1.14.22	-6.42	-0.41
	15 13.40.51.7	> Pégase.	118.3.19	18.54.14	51.12.41	1.14.59	-7.11	-0.57
	19 13.26.3.6	Idem....	Idem....	Idem....	51.15.37	1.15.33	-7.47	-0.45
	20 13.22.22	Idem....	Idem....	Idem....	51.3.38	1.15.42	-7.39	-1.1
	21 15.18.37	> Flèche	102.52.38	16.59.52	51.2.0	1.16.4	-6.40	-0.44
	22 15.14.50.7	> Flèche	102.38.58	17.32.23	50.59.37	1.16.6	-6.43	-0.48
	23 15.11.5.2	Idem....	Idem....	Idem....	50.56.39	1.16.22	-6.54	-0.42
Oct.	26 14.59.59.8	Idem....	Idem....	Idem....	50.47.2	1.16.43	-6.58	-0.44
	13 13.52.3.5	> Dauph.	109.12.3	15.22.12	49.43.35	1.18.10	-7.2	-0.49
	14 13.47.58.6	Idem....	Idem....	Idem....	49.16.55	1.18.7	-7.23	-0.54
	16 13.39.40.5	Idem....	Idem....	Idem....	49.4.17	1.18.26	-6.52	-0.39
	17 13.35.28.4	> Aldébaran	65.56.4	16.4.9	48.57.14	1.18.14	-7.18	-0.54
		> Taureau	62.40.23.4	17.1.56				
	18 13.31.16.5	> Dauph.	109.12.3	15.22.12	49.50.36	1.18.23	-6.57	-0.47
	22 13.14.16	> Aldébaran	65.56.4	16.4.9	48.21.42	1.18.16	-7.12	-0.59
		> Taureau	62.40.23	17.1.56				
	23 13.9.57	Idem....	Idem....	Idem....	48.14.18	1.18.14	-7.15	-1.0
Nov.	25 13.5.37.2	> Aldébaran	65.56.4	16.4.9	48.14.18	1.18.14	-7.15	-1.0
		> Taureau	62.40.23	17.1.56				
	25 13.1.19.3	Idem....	Idem....	Idem....	47.59.10	1.18.18	-7.7	-1.1

Mém. 1786.

X x

1786.	TEMPS VRAI.	ÉTOILE comparée	POSITION SUPPOSÉE DE L'ÉTOILE.		LIEU OBSERVÉ DE JUPITER.		ERREUR des TABLES.	
			Ascension dr.	Déclinaison.	Longitude.	Latitude.	En long.	En latit.
			D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	M. S.	M. S.
Oct. 25	13. 1.19.3	Aldébaran	65. 56. 4	Boreale. 16. 4. 9	47. 59. 16	Austale. 1. 18. 8	-7. 7	-1. 11
26	12. 56. 57.1	Idem.	Idem.	Idem.	47. 51. 36	1. 18. 9	-7. 15	-1. 8
27	12. 52. 36.2	Idem.	Idem.	Idem.	47. 44. 1	1. 18. 10	-6. 57	-0. 56
28	12. 48. 12.7	Idem.	Idem.	Idem.	47. 36. 10	1. 18. 6	-6. 59	-1. 2
29	12. 43. 48.0	Idem.	Idem.	Idem.	47. 27. 58	1. 17. 56	-7. 23	-1. 6
Nov. 8	11. 58. 57.3	α Taureau	65. 56. 7.1	16. 4. 16	46. 7. 12	1. 17. 16	-6. 54	-1. 5
12	11. 40. 35.4	Idem.	Idem.	Idem.	45. 35. 1	1. 16. 53	-6. 54	-1. 2
13	11. 35. 58	Idem.	Idem.	Idem.	45. 27. 13	1. 16. 27	-6. 35	-1. 21
		γ Pégase.	0. 34. 40	14. 0. 12				
23	10. 49. 13	α Taureau	65. 56. 10	16. 4. 17	44. 9. 20	1. 15. 3	-6. 28	-1. 7
24	10. 44. 39.4	Idem.	Idem.	Idem.	44. 1. 58	1. 14. 46	-6. 50	-1. 13
Déc. 1	10. 3. 8.7	γ Taureau	61. 55. 48	15. 6. 8	43. 7. 36	1. 13. 17	-6. 17	-0. 59
6	9. 47. 35.9	Idem.	Idem.	Idem.	42. 43. 31	1. 12. 23	-6. 8	-1. 1
24	8. 23. 14.4	Idem.	61. 55. 49	15. 6. 7	41. 29. 36	1. 7. 25	-5. 41	-0. 57
25	8. 18. 41	Idem.	Idem.	Idem.	41. 27. 15	1. 7. 0	-5. 25	-1. 4
30	7. 56. 4.8	Idem.	Idem.	Idem.	41. 18. 54	1. 5. 39	-5. 38	-0. 53

Les circonstances favorables, dans lesquelles ont été faites les observations précédentes, procurent les résultats suivans :

Quadrature de Jupiter, le 12 Août, à $4^h 31' 10''$ t. moy.

Longitude géocentrique de Jupiter en quadrature. $49. 59. 32$.

Opposition de Jupiter, le 7 Novembre, à $\left. \begin{array}{l} 22. 13. 50 \text{ t. vrai.} \\ 21. 57. 50 \text{ t. moy.} \end{array} \right\}$

Longitude en opposition $46^d 12' 7''$.

Latitude en opposition $1. 17. 26$ Aust.

On a supposé l'erreur moyenne des Tables, de $7' 0''$ soustractive en longitude, & de $1' 3''$ soustractive en latitude.

SATURNE

CETTE Planète a parcouru, dans le courant de cette année, un arc de $9^{\text{d}} 28'$ autour du Soleil, & s'est trouvée

EN CONJONCTION.	EN QUADRATURE.	EN OPPOSITION.	STATIONNAIRE.
Le 27 Janvier.	Le 6 Mai. Le 2 Novembre.	Le 5 Août.	Le 16 Octobre.

On a déterminé soixante-huit lieux de cette Planète, qui, comparés aux Tables, ont donné les résultats suivans :

1786.	TEMPS VRAI.	ÉTOILE comparée	POSITION SUPPOSÉE DE L'ÉTOILE.		LIEU OBSERVÉ DE SATURNE.		ERREUR des TABLES.	
			Ascension dr.	Déclinaison.	Longitude.	Latitude.	En long.	En latit.
	H. M. S.		D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	M. S.	M. S.
				Austral.		Austral.		
Juin. 5	16. 21. 42,3	π Ophiucus	254. 32. 46	15. 26. 51	316. 56. 49	0. 54. 2	-7. 48	-0. 19
8	16. 9. 9,5	Idem....	254. 32. 46	15. 26. 51	316. 53. 30	0. 54. 36	-7. 44	-0. 14
14	15. 43. 46,3	μ Sagitt.	270. 15. 37	21. 5. 58	316. 44. 22	0. 55. 33	-7. 47	-0. 25
28	14. 43. 37	π Ophiucus	254. 32. 48	15. 26. 51	316. 10. 55	0. 57. 35	-7. 31	-0. 33
29	14. 39. 15,8	Idem....	254. 32. 48	15. 26. 51	316. 7. 49	0. 57. 51	-8. 0	-0. 26
Juill. 1	14. 30. 36,4	δ Capric.	323. 48. 53	17. 4. 57	316. 2. 44	0. 58. 7	-7. 53	-0. 27
5	14. 13. 19,4	σ Sagitt.	282. 58. 53	21. 5. 57	315. 48. 26	0. 58. 33	-8. 14	-0. 31
		μ Sagitt.	270. 15. 36	21. 5. 57	315. 48. 26	0. 58. 33	-8. 14	-0. 31
		δ Capric.	323. 48. 56	17. 4. 57	315. 45. 4	0. 58. 44	-8. 11	-0. 34
6	14. 8. 58,8	Idem....	Idem....	Idem....	315. 45. 4	0. 58. 44	-8. 11	-0. 34
13	13. 38. 48,1	γ Capric.	322. 4. 0	17. 4. 56	315. 19. 12	0. 59. 30	-8. 1	-0. 41
		δ Capric.	323. 48. 59	17. 4. 56	315. 15. 19	0. 59. 36	-8. 12	-0. 44
14	13. 34. 29,7	Idem....	Idem....	Idem....	315. 15. 19	0. 59. 36	-8. 12	-0. 44
		γ Capric.	322. 4. 0	17. 4. 56	315. 7. 35	0. 59. 49	-7. 54	-0. 45
16	13. 15. 57,0	Idem....	Idem....	Idem....	315. 7. 35	0. 59. 49	-7. 54	-0. 45
		δ Capric.	323. 48. 59	17. 4. 56	315. 3. 18	0. 59. 56	-8. 12	-0. 46
17	13. 21. 40	Idem....	Idem....	Idem....	315. 3. 18	0. 59. 56	-8. 12	-0. 46
		γ Caprip.	322. 4. 0	17. 4. 56	315. 3. 18	0. 59. 56	-8. 12	-0. 46

X x ij

1786.	TEMPS VRAI.	ÉTOILE comparée	POSITION SUPPOSÉE DE L'ÉTOILE.		LIEU OBSERVÉ DE SATURNE.		ERREUR des TABLES.	
			Afscension dr.	Declinaison.	Longitude.	Latitude.	En long.	En latit.
	H. M. S.		D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	M. S.	M. S.
Juill. 18	13. 16. 22. 9	γ Capric.	322. 4. 0	Austral.		Austral.		
		δ Capric.	323. 48. 59	17. 4. 56	314. 59. 16	1. 0. 9	-8. 2	-0. 41
19	13. 13. 6. 5	Idem....	Idem....	Idem....				
		γ Capric.	322. 4. 0	17. 4. 56	314. 55. 15	1. 0. 16	-8. 1	-0. 40
21	13. 4. 37. 2	δ Capric.	323. 48. 59	17. 4. 56	314. 47. 18	1. 0. 30	-8. 37	-0. 38
22	13. 0. 20. 0	Idem....	Idem....	Idem....				
		γ Capric.	322. 4. 0	17. 4. 56	314. 41. 32	1. 0. 32	-8. 24	-0. 42
27	12. 39. 12. 8	δ Capric.	323. 48. 59	17. 4. 56	314. 21. 19	1. 1. 12	-7. 55	-0. 37
31	12. 22. 27	Idem....	Idem....	Idem....	314. 3. 12	1. 1. 29	-7. 16	-0. 44
1 ^{re} Août	12. 14. 5. 4	γ Capric.	323. 29. 26	18. 3. 51	313. 54. 42	1. 1. 42	-7. 47	-0. 41
		δ Capric.	322. 4. 7	17. 36. 43				
3	12. 9. 57. 6	Idem....	Idem....	Idem....	313. 49. 54	1. 1. 47	-7. 40	-0. 41
5	12. 1. 3. 4	δ Capric.	323. 49. 5	17. 4. 54	313. 41. 48	1. 2. 10	-7. 15	-0. 32
6	11. 57. 34. 5	γ Capric.	323. 29. 26	18. 3. 51	313. 36. 33	1. 2. 8	-7. 55	-0. 33
		δ Capric.	322. 4. 6	17. 3. 5				
7	11. 53. 27. 8	Idem....	Idem....	Idem....	313. 32. 13	1. 2. 6	-7. 28	-0. 41
		δ Capric.	323. 49. 5	17. 4. 54				
8	11. 49. 9. 1	γ Capric.	323. 29. 26	18. 3. 52	313. 27. 37	1. 2. 4	-8. 0	-0. 45
9	11. 45. 16. 9	Idem....	Idem....	Idem....	313. 23. 13	1. 2. 17	-7. 55	-0. 41
10	11. 41. 12. 6	Idem....	Idem....	Idem....	313. 18. 43	1. 2. 18	-7. 36	-0. 41
11	11. 36. 57. 2	δ Capric.	323. 49. 5	17. 4. 54	313. 14. 22	1. 2. 25	-7. 54	-0. 41
12	11. 33. 44. 0	γ Capric.	323. 29. 27	18. 3. 52	313. 9. 48	1. 2. 26	-7. 50	-0. 42
13	11. 29. 21. 1	Idem....	Idem....	Idem....	313. 5. 3	1. 2. 20	-7. 59	-0. 54
14	11. 23. 45. 9	δ Capric.	323. 49. 5	17. 4. 54	313. 1. 4	1. 2. 30	-7. 57	-0. 48
16	11. 16. 5. 2	Idem....	Idem....	Idem....	312. 52. 18	1. 2. 42	-8. 1	-0. 44
18	11. 8. 55. 3	γ Capric.	323. 29. 27	18. 3. 52	312. 43. 36	1. 2. 46	-7. 40	-0. 46
23	10. 48. 45	Idem....	Idem....	Idem....	312. 22. 41	1. 3. 5	-7. 41	-0. 43
24	10. 45. 7. 7	Idem....	Idem....	Idem....	312. 18. 36	1. 3. 3	-7. 46	-0. 47
25	10. 41. 12. 1	Idem....	Idem....	Idem....	312. 14. 43	1. 3. 9	-7. 21	-0. 42
29	10. 25. 35. 2	Idem....	Idem....	Idem....	311. 58. 55	1. 3. 16	-7. 25	-0. 45
30	10. 21. 41. 6	Idem....	Idem....	Idem....	311. 54. 57	1. 3. 14	-7. 34	-0. 49
31	10. 17. 49. 6	δ Capric.	317. 35. 40	17. 43. 48	311. 51. 22	2. 3. 15	-7. 35	-0. 50
1 ^{re} Sept.	10. 13. 55. 4	γ Capric.	323. 29. 27	18. 3. 52	311. 47. 26	1. 3. 21	-7. 58	-0. 46
4	10. 2. 21. 7	Idem....	Idem....	Idem....	311. 36. 53	1. 3. 34	-7. 49	-0. 34

1786.	TEMPS VRAI.	ÉTOILE comparée	POSITION SUPPOSÉE DE L'ÉTOILE.		LIEU OBSERVÉ DE SATURNE.		ERREUR des TABLES.	
			Afcension dr.	Déclinaison.	Longitude.	Latitude.	Enlong.	En latit.
	H. M. S.		D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	M. S.	M. S.
Sept.	4 10. 2. 21. 7	♂ Capric.	323. 49. 8	Austral.	311. 36. 52	1. 3. 34	-7. 49	-0. 34
	5 9. 58. 31. 3	♂ Verseau	340. 50. 18	16. 56. 49	311. 33. 32	1. 3. 31	-7. 40	-0. 41
	6 9. 54. 41. 4	♂ Capric.	302. 15. 39	15. 26. 26	311. 30. 0	1. 3. 35	-7. 49	-0. 38
	7 9. 50. 52. 5	♂ Capric.	313. 29. 27	18. 3. 52	311. 26. 45	1. 3. 31	-7. 42	-0. 41
	10 9. 39. 27. 2	Idem....	Idem....	Idem....	311. 17. 12	1. 3. 25	-7. 38	-0. 52
	15 9. 20. 32. 8	♂ Capric.	340. 50. 18	16. 56. 49	311. 2. 34	1. 3. 39	-7. 44	-0. 40
	16 9. 16. 47. 3	♂ Capric.	313. 29. 27	18. 3. 52	310. 59. 51	1. 3. 31	-7. 49	-0. 48
	19 9. 5. 31. 4	Idem....	Idem....	Idem....	310. 52. 25	1. 3. 28	-7. 39	-0. 50
		♂ Verseau	340. 50. 18	16. 56. 49				
	21 8. 58. 3. 1	♂ Capric.	323. 49. 7	17. 4. 54	310. 47. 41	1. 3. 31	-7. 48	-0. 40
	22 8. 54. 19. 2	♂ Verseau	340. 50. 18	16. 56. 49	310. 45. 47	1. 3. 41	-7. 33	-0. 38
	23 8. 50. 35. 9	Idem....	Idem....	Idem....	310. 43. 46	1. 3. 36	-7. 30	-0. 40
		♂ Capric.	313. 29. 27	18. 3. 52				
	30 8. 14. 34	♂ Capric.	340. 50. 18	16. 56. 49	310. 31. 26	1. 3. 24	-7. 48	-0. 47
Oct.	4 8. 9. 45	♂ Capric.	313. 29. 25	18. 3. 52	310. 27. 8	1. 3. 28	-7. 18	-0. 38
	5 8. 6. 23	Idem....	Idem....	Idem....	310. 26. 12	1. 3. 21	-7. 17	-0. 43
	13 7. 36. 23	♂ Capric.	323. 49. 4	17. 4. 55	310. 21. 50	1. 3. 6	-7. 35	-0. 46
	14 7. 32. 40	Idem....	Idem....	Idem....	310. 21. 41	1. 3. 5	-7. 41	-0. 45
	16 7. 25. 16	♂ Baleine.	8. 13. 44	" " "	310. 21. 30	1. 3. 7	-8. 4	-0. 40
	18 7. 17. 48. 3	Idem....	Idem....	Idem....	310. 22. 51	1. 3. 9	-7. 13	-0. 34
	23 6. 59. 7. 4	♂ Capric.	313. 29. 25	18. 3. 52	310. 26. 17	1. 2. 54	-7. 1	-0. 38
	24 6. 55. 22. 1	♂ Capric.	323. 49. 4	17. 4. 55	310. 27. 5	1. 2. 55	-7. 13	-0. 37
	25 6. 51. 36. 6	Idem....	Idem....	Idem....	310. 28. 6	1. 2. 48	-7. 17	-0. 41
	26 6. 47. 51. 3	Idem....	Idem....	Idem....	310. 29. 25	1. 2. 50	-7. 5	-0. 37
	27 6. 44. 4. 8	♂ Baleine.	8. 13. 44	" " "	310. 30. 39	1. 2. 55	-7. 1	-0. 30
	28 6. 39. 18. 9	♂ Capric.	323. 49. 4	17. 4. 55	310. 32. 0	1. 2. 37	-7. 10	-0. 46
Nov.	30 6. 32. 44. 9	Idem....	Idem....	Idem....	310. 34. 55	1. 2. 35	-7. 19	-0. 44
	8 5. 58. 25	♂ Capric.	313. 29. 21	18. 3. 52	310. 53. 44	1. 2. 20	-6. 55	-0. 42
	12 5. 42. 57. 4	♂ Capric.	323. 49. 1	17. 4. 57	311. 4. 26	1. 2. 8	-6. 54	-0. 48
Déc.	13 5. 39. 3	♂ Baleine.	8. 14. 3	19. 9. 8	311. 7. 24	1. 2. 24	-6. 39	-0. 30
	24 4. 24. 49. 2	♂ Capric.	323. 48. 56	17. 4. 57	312. 19. 36	1. 2. 0	-6. 34	-0. 41

Les observations du mois d'Août, donnent encore les résultats suivans :

Opposition de Saturne, le 5 Août, à.....	$\left. \begin{array}{l} 14^h 38' 42'' \text{ temps moy.} \\ 14. 33. 12 \text{ temps vrai.} \end{array} \right\}$
Longitude en opposition.....	$313^d 40' 48''$.
Latitude en opposition.....	1. 2. 2 australe.

On a supposé l'erreur moyenne des Tables, de $7' 41''$, 7 soustractives en longitude, & de $40''$ soustractives en latitude.

Le 23 Septembre, Saturne & l'Étoile θ du Capricorne sont passés au Méridien dans la même seconde, avec une différence en déclinaison de $0^d 31'$, dont l'Étoile étoit plus boréale.

Donc conjonction de Saturne & de θ du Capricorne, le 23 Septembre, à.....	$8^h 50' 35''$ 9 temps v.
----------------------------------------------------------------------------------	---------------------------

Lieu de la conjonction déterminé par la comparaison de la Planète aux Étoiles λ du Verseau & θ du Capricorne,

Longitude.....	$310^d 43' 46''$.
Latitude.....	1. 3. 36 australe.

HERSCHEL.

CETTE Planète a parcouru, dans le courant de cette année, un arc de $4^d 30'$ autour du Soleil, & s'est trouvée en opposition le 8 Janvier; on a déterminé dix lieux de cette Planète, qui, comparés aux Tables, ont donné les résultats suivans :

1786.	TEMPS VRAI.	ÉTOILE comparée	POSITION SUPPOSÉE DE L'ÉTOILE.		LIEU OBSERVÉ DE HERSCHEL.		ERREUR des TABLES.	
			Ascension dr.	Déclinaison.	Longitude.	Latitude.	Enlong.	En latit.
	H. M. S.		D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	M. S.	M. S.
Janv. 2	12.27.29.9	δ Gém...	106. 50. 25	Boréale.	109. 12. 28	Boréale.		
12	11.41.45	Idem....	Idem.....	" " "	108. 46. 32	0. 29. 1	-0. 17	+0. 18
17	11.19.42.2	Idem....	Idem.....	" " "	108. 33. 26	0. 28. 54	-0. 15	+0. 13
19	11.10.55.2	Idem....	Idem.....	" " "	108. 28. 11	0. 28. 58	-0. 22	+0. 6
Févr. 16	9.13.28.5	Idem....	Idem.....	" " "	107. 26. 20	0. 28. 58	-0. 31	+0. 10
Mars 10	7.49. 0.5	γ Écrev.	127. 43. 27	22. 13. 34	106. 55. 44	0. 28. 23	-0. 13	+0. 16
Oct. 19	17.32.12.1	Alcyone.	53. 43. 12	23. 26. 4	115. 35. 54	0. 29. 56	-0. 27	-0. 3
Nov. 13	16.32. 2	Idem....	53. 43. 15	23. 26. 10	115. 31. 2	0. 30. 35	-0. 15	+0. 2
Déc. 25	13.25.43	μ Gém...	92. 31. 35	22. 36. 31	114. 20. 26	0. 31. 50	-0. 13	+0. 13
29	13. 6. 57.7	γ Écrev.	127. 44. 37	" " "	114. 10. 53	0. 31. 30	-0. 34	+0. 18
							-0. 19	-0. 5

Les observations du mois de Janvier, donnent encore le résultat suivant :

Opposition d'Herschel, le 8 Janvier, à. . . $\left\{ \begin{array}{l} 10^h 56' 19'' \text{ temps moy.} \\ 10. 48. 46 \text{ temps vrai.} \end{array} \right.$

Longitude en opposition. $108^h 56' 55''$.

Latitude en opposition. 0. 29. 4 boréale.

On a supposé l'erreur moyenne des Tables, de 21 secondes soustractives en longitude, & de 12 secondes additives en latitude.

L A L U N E.

ON a déterminé, par observation, cinquante-deux lieux de la Lune, qui, comparés aux Tables de Mayer, ont donné les résultats suivans :

1786.	TEMPS VRAI.	ÉTOILE comparée	POSITION SUPPOSÉE DE L'ÉTOILE.		LIEU OBSERVÉ DE LA LUNE.		ERREUR des TABLES.	
			Ascension dr.	Déclinaison.	Longitude.	Latitude.	En long.	En latit.
	H. M. S.		D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	M. S.	M. S.
Mars 10	9. 2. 1.4	♄ Écrev.	128. 8. 15	18. 55. 54 B.	124. 45. 29	0. 15. 3 A.	-0. 48	-0. 8
Avril 1	3. 15. 41.4	♄ Lion...	143. 25. 43	24. 44. 56 B.	64. 3. 16	4. 9. 36 B.	-1. 4	-0. 14
3	4. 17. 54.2	Idem....	Idem.....	Idem.....	78. 58. 57	3. 16. 48 B.	-0. 15	-0. 40
10	10. 3. 2.8	♄ Vierge.	187. 43. 31	0. 16. 37 B.	171. 26. 58	3. 57. 18 A.	-0. 1	-0. 21
11	11. 24. 31	♄ Vierge.	211. 54. 10	12. 22. 56 A.	195. 58. 33	4. 51. 45 A.	-0. 57	-0. 22
14	12. 53. 26.5	♄ Corbeau	179. 48. 11	21. 26. 5 A.	220. 28. 46	4. 53. 1 A.	-0. 25	+0. 6
15	13. 40. 21.1	♄ Corbeau	179. 21. 52	23. 32. 26 A.	232. 46. 10	4. 32. 36 A.	-0. 8	+0. 7
16	14. 29. 42	Idem....	Idem.....	Idem.....	245. 7. 20	3. 59. 45 A.	-0. 43	+0. 7
Mai 2	4. 10. 32.9	♄ Lion...	151. 11. 54	24. 28. 30 B.	101. 40. 4	1. 18. 48.	+0. 7	-0. 14
10	10. 9. 36	♄ Balance	219. 46. 57.1	15. 8. 43 B.	204. 12. 46	5. 1. 59 A.	-0. 47	-0. 7
14	13. 20. 44.7	♄ Corbeau	179. 21. 50	23. 32. 29 A.	253. 40. 42	3. 22. 27 A.	+1. 2	+0. 25
15	14. 12. 54.8	♄ Sagitt.	278. 5. 15	27. 11. 32 A.	266. 17. 45	2. 27. 30 A.	+0. 17	-0. 18
Juin 1	4. 35. 33.1	♄ Ophiurus	261. 15. 52	12. 43. 48 B.	136. 57. 36	1. 58. 45 A.	-1. 21	-0. 25
3	6. 2. 57.8	♄ Ophiurus	264. 18. 35	2. 48. 8 B.	162. 54. 2	3. 51. 56 A.	-1. 1	-0. 36
4	6. 43. 42	♄ Ophiurus	263. 14. 27	4. 40. 7 B.	175. 24. 28	4. 54. 9 A.	-0. 45	-0. 21
5	7. 24. 0	♄ Balance	226. 23. 42	8. 35. 6 A.	187. 43. 51	4. 56. 43 A.	-0. 53	-0. 31
6	8. 4. 54.8	♄ Balance	230. 54. 38	14. 4. 1 A.	199. 57. 42	5. 8. 44 A.	-0. 54	-0. 31
8	9. 32. 11.9	♄ Sagitt.	270. 15. 37	15. 8. 43 A.	224. 27. 27	4. 50. 54 A.	-0. 38	-0. 8
9	10. 20. 8.2	♄ Anieris..	244. 35. 52	25. 56. 31 A.	236. 50. 13	4. 20. 59 A.	-0. 45	-0. 10
10	11. 10. 19.7	♄ Scorp.	242. 4. 16	25. 3. 52 A.	249. 21. 22	3. 38. 12 A.	-0. 49	-0. 10
14	14. 40. 25.3	♄ Sagitt.	270. 15. 37	21. 5. 58 A.	301. 15. 13	6. 40. 40 B.	-0. 47	-0. 14
Juill. 1	4. 33. 37.4	♄ Vierge	128. 42. 40	1. 20. 54 A.	170. 18. 58	4. 23. 57 A.	-1. 41	-0. 54

1786.	TEMPS VRAI.	ÉTOILE comparée	POSITION SUPPOSÉE DE L'ÉTOILE.		LIEU OBSERVÉ DE LA LUNE.		ERREUR des TABLES.	
			Ascension dr.	Déclinaison.	Longitude.	Latitude.	En long.	En latit.
	H. M. S.		D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	M. S.	M. S.
Juillet	5.55.37.3	ζ Ophiucus	246. 21. 53	10. 7. 17 A.	195. 15. 17	5. 12. 48 A.	-1. 7	-0. 9
	5 7.21.46.3	π Sagitt.	284. 16. 34	21. 20. 48	219. 46. 20	5. 4. 42	-1. 1	-0. 4
		σ Sagitt.	282. 58. 53	22. 2. 17				
	6 8. 8. 18.3	Idem...	Idem.....	24. 2. 17	232. 4. 39	4. 37. 49	-1. 5	-0. 25
		η Ophiucus	257. 14. 22	24. 46. 9				
	7 8.57.36	Antares..	244. 5. 59	25. 56. 32				
		π Scorp.	236. 30. 9	25. 29. 12.3	244. 31. 54	3. 59. 42	+0. 36	-0. 36
		ζ Ophiucus	257. 14. 22	24. 46. 10				
	14 14.56.44.1	β Verseau	220. 5. 21	6. 29. 54	338. 7. 8	3. 42. 9 B.	+0. 41	-0. 22
		λ Verseau.	340. 22. 40	8. 42. 28 A.				
	18 18. 15. 9.6	α Flèche.	292. 38. 47	17. 32. 11 B.	36. 15. 18	5. 9. 38	+0. 12	+0. 12
	19 19. 11. 49.8	Arcturus.	211. 28. 58	20. 18. 5 B.	51. 6. 26	4. 41. 32 B.	-0. 9	-0. 16
	19 5.59.43.6	τ Sagitt.	284. 16. 37	21. 20. 47 A.	227. 3. 49	4. 49. 29 A.	-1. 9	-0. 1
	3 6.47.56.0	η Ophiucus	257. 14. 21	24. 46. 9	239. 23. 16	4. 15. 39	-0. 55	-0. 17
Août	7 10.17.34.3	τ Sagitt.	282. 58. 55	22. 2. 16				
		π Sagitt.	284. 16. 37	21. 20. 47	290. 51. 25	0. 14. 42	-0. 24	-0. 17
	8 11. 9. 46.6	ι Capric.	313. 29. 26	18. 3. 45	104. 30. 49	1. 0. 26 A.	-0. 8	+0. 8
		κ Capric.	317. 35. 39	17. 43. 35				
	9 12. 0. 13	α Capric.	301. 33. 35	13. 11. 33	318. 31. 28	2. 12. 54 B.	-1. 17	+0. 5
	10 12.52. 0.4	λ Verseau	340. 22. 49	8. 42. 24	322. 49. 7	3. 19. 0	-0. 7	-0. 2
		β Verseau	320. 5. 26	6. 29. 51				
	11 13.40.45.8	α Verseau.	328. 42. 53	1. 20. 46 A.	347. 22. 28	4. 13. 36	-0. 20	+0. 25
	14 16.12.54.5	α Dauph.	307. 26. 23	15. 10. 23 B.	31. 48. 5	5. 9. 32	+0. 37	-0. 2
	4 9. 4. 12.4	τ Sagitt.	284. 16. 33	21. 20. 48 A.	298. 5. 44	0. 29. 42	-1. 33	-0. 12
	5 9.55.31.8	β Capric.	302. 15. 39	15. 26. 26	311. 52. 44	1. 41. 58	-0. 40	-0. 9
		λ Verseau	340. 50. 18	16. 56. 49				
	6 10.45.57	λ Verseau	340. 22. 52	8. 42. 23 A.	326. 7. 35	2. 50. 29	+0. 11	+0. 22
	9 13.20. 0	β Aigle..	296. 12. 58	" " "	11. 1. 38	4. 59. 35	-0. 21	+0. 1
Sept.	11 15.10.27.7	α Bélier..	28. 48. 12	" " "	41. 38. 12	4. 47. 24	+0. 19	+0. 2
	15 19.10.39	β Pégaüs.	343. 22. 8.5	26. 55. 53 B.	100. 24. 54	1. 0. 14 B.	-0. 4	-0. 10
	14 19. 2. 59	γ Dauph.	309. 11. 58	" " "	123. 52. 30	1. 18. 44 A.	+0. 7	+0. 22
	27 4.10.15.4	ι Éridan..	56. 10. 13	" " "	274. 31. 58	1. 5. 58 A.	-0. 19	-0. 12
	28 5. 0. 21	Idem.....	" " "	" " "	287. 3. 42	0. 0. 1 B.	-1. 16	-0. 1
	30 6.37.33.6	λ Capric.	323. 49. 3	17. 4. 56	312. 59. 35	2. 13. 16 B.	-1. 21	-0. 8

Mém. 1786.

Y y

1786.	TEMPS VRAL.	ÉTOILE comparée	POSITION SUPPOSÉE DE L'ÉTOILE.		LIEU OBSERVÉ DE LA LUNE.		ERREUR des TABLES.	
			Ascension dr.	Déclinaison.	Longitude.	Latitude.	En long.	En latit.
	H. M. S.		D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	M. S.	M. S.
Nov. 8	15. 0. 58	Alcyone.	53. 43. 15	23. 26. 10 B.	89. 25. 45	1. 28. 22 B.	+0. 2	+0. 40
12	18. 35. 43	♄ P. Chien	108. 54. 20	8. 42. 29	146. 12. 36	3. 17. 59 A.	-0. 7	-0. 13
Déc. 2	9. 20. 55,7	♉ Taureau	65. 56. 16	16. 4. 17	33. 32. 20	4. 55. 19	-0. 42	+0. 13
		♊ Taureau	61. 55. 48	15. 6. 8				
24	3. 1. 41,7	♋ Éridan.	57. 2. 10	2. 2. 2	117. 29. 53	2. 54. 6	+0. 10	+0. 33
		♊ Baleine.	37. 19. 34	12. 46. 55 A.				
30	7. 49. 59,8	♈ Bélier..	25. 43. 45	19. 45. 56 B.	41. 57. 49	4. 41. 7	-0. 37	-0. 30

On a calculé les mêmes lieux de la Lune avec les nouvelles Tables d'Euler, publiées par M. Jeaurat, & l'on a trouvé

MOIS & JOURS.	TABLES D'EULER.		MOIS & JOURS.	TABLES D'EULER.	
	ERREURS			ERREURS	
	En longitude.	En latitude.		En longitude.	En latitude.
	M. S.	M. S.		M. S.	M. S.
Mars. 10	+ 1. 15	+ 0. 18	Mai. 15	— 0. 24	— 0. 5
Avril. 2	— 0. 10	— 0. 11	Juin. 1	— 0. 52	— 0. 42
3	+ 0. 6	— 0. 4	3	— 0. 35	— 0. 17
10	+ 0. 38	+ 0. 18	4	— 0. 49	— 0. 31
12	— 0. 35	— 0. 10	5	+ 0. 15	— 0. 38
14	— 0. 48	+ 0. 6	6	— 1. 10	— 0. 25
15	— 0. 22	— 0. 2	8	— 0. 48	— 0. 22
16	— 1. 1	+ 0. 6	9	— 0. 7	+ 0. 15
Mai. 2	+ 0. 47	+ 0. 3	10	— 1. 27	— 0. 36
10	— 0. 47	+ 0. 2	14	— 0. 25	— 0. 26
14	+ 0. 21	+ 0. 13	Juillet. 1	— 1. 15	— 0. 33

MOIS & JOURS.	TABLES D'EULER.		MOIS & JOURS.	TABLES D'EULER.	
	ERREURS			ERREURS	
	En longitude.	En latitude.		En longitude.	En latitude.
	M. S.	M. S.		M. S.	M. S.
Juillet. 3	— 0. 33	— 0. 7	Septemb. 4	— 1. 12	+ 0. 33
	5 — 0. 55	+ 0. 6		5 — 1. 14	— 0. 5
	6 — 1. 32	— 0. 33		6 — 0. 17	— 0. 4
	7 — 1. 30	— 0. 48		9 + 0. 2	
	14 — 0. 24	— 0. 49		11 — 0. 7	— 0. 3
	18 — 0. 15	— 0. 12		15 — 0. 56	+ 0. 7
Août. 19	— 0. 43	— 0. 21	Octob. 14	+ 0. 12	+ 0. 28
	2 — 0. 48			27 + 0. 26	+ 0. 32
	3 + 1. 9	— 0. 12		28 — 0. 56	— 0. 22
	7 — 1. 17	+ 0. 4		30 — 0. 41	— 0. 21
	8 — 1. 11	+ 0. 15	Novemb. 8	+ 0. 20	— 0. 5
	9 — 0. 52	— 0. 11		12 + 0. 20	— 0. 5
	10 — 0. 54	— 0. 24	Décemb. 2	— 0. 39	— 0. 14
	11 — 0. 19	+ 0. 17		24 — 0. 15	+ 0. 7
	14 — 0. 41	— 0. 15		30 — 0. 40	— 0. 31

Occultations d'Étoiles par la Lune.

ETOILES ÉCLIPSÉES.	JOURS.	TEMPS VRAI.	
♂ du Bélier.	4 Février. . .	9 ^h 11' 47",9	Immersion.
* du Taurus.	2 Avril. . .	9. 30. 2	Immersion.
118.° du Taureau. . .	3 Avril. . .	8. 11. 1,9	Immersion.
* du Taureau.	Idem.	9. 0. 2,6	Immersion.
125.° du Taureau. . .	Idem.	11. 2. 50,1	Immersion.
43.° du Lion.	2 Juin.	10. 4. 25,7	Immersion.
* du Capricorne. . . .	30 Octobre. . .	6. 50. 29,2	Immersion.
Idem.	Idem.	6. 56. 54,2	Immersion.
π du Lion.	12 Novembre. .	17. 20. 12,7	Immersion.
λ du Capricorne. . . .	24 Décembre. .	5. 33. 12,9	Immersion.

A y ij

356 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE
Éclipses des Satellites de Jupiter.

PREMIER SATELLITE.				
MOIS & JOURS.	TEMPS VRAI.		CIRCONSTANCES.	
Janvier 3	8 ^h 25' 1 ^{''} ,7	Émerſion....	beaucoup de vapeurs.	
19	6. 40. 8,3	Émerſion....	assez beau temps.	
Septemb. 4	12. 24. 40,8	Immersion....	ciel assez favorable.	
11	14. 20. 26,8	Immersion....	observation douteuse.	
20	10. 45. 58,5	Immersion....	beau temps.	
Octob. 11	16. 33. 43	Immersion....	beau temps	
13	11. 3. 2	Immersion....	quelques vapeurs.	
22	7. 27. 3	Immersion....	beaucoup de vapeurs.	
27	14. 53. 10	Immersion....	beau temps.	
29	9. 20. 10	Immersion....	vapeurs.	
Nov.. 12	15. 18. 33	Émerſion....	quelques vapeurs.	
28	13. 31. 42	Émerſion....	assez beau temps	
Déc.. 14	11. 43. 14	Émerſion....	quelques vapeurs.	
23	8. 3. 31	Émerſion....	beaucoup de vapeurs.	
30	9. 54. 57,4	Émerſion....	quelques vapeurs,	
DEUXIÈME SATELLITE.				
Janvier. 2	6 ^h 6' 15 ^{''} ,0	Émerſion....	beaucoup de vapeurs.	
Août.. 10	12. 13. 0	Immersion....	temps peu favorable.	
	14. 41. 7	Émerſion....	temps assez favorable.	
Septemb. 4	9. 28. 11,6	Immersion....	beaucoup de vapeurs.	
11	12. 8. 25,7	Immersion....	temps peu favorable.	
Octob. 13	12. 6. 33	Immersion....	quelques vapeurs.	
Nov... 25	6. 21. 11	Émerſion....	beaucoup de vapeurs.	
Décemb. 2	8. 54. 25	Émerſion....	beau temps.	
TROISIÈME SATELLITE.				
Octob. 22	13 ^h 56' 20 ^{''}	Immersion....	légères vapeurs.	
29	17. 55. 42	Immersion....	assez beau temps.	
Décemb. 4	13. 54. 19	Immersion....	quelques vapeurs.	
	15. 31. 51	Émerſion....	assez beau temps.	

COMÈTES.

LE 17 Janvier, M. Méchain a découvert à l'Observatoire royal, une Comète dans la constellation du Verseau; comme elle étoit prête de se coucher, il ne put en faire ce jour-là qu'une seule observation; on l'observa encore le 19, mais les jours suivans le mauvais temps ayant interrompu les observations, & la Comète s'étant de plus en plus rapprochée du Soleil, on ne la revit plus.

Cette Comète étoit allée brillante, sans cependant être apparente à la vue simple, on lui soupçonnoit une légère apparence de queue.

Le 1.^{er} Août, une seconde Comète a été découverte en Angleterre, par M^{ss}. Herschel; elle étoit alors proche des étoiles ξ & ν de la patte de la grande Ourse. Sur l'avis qui nous en fut donné le 12, par M. Messier qui l'avoit trouvée dans la chevelure de Bérénice, nous commençâmes à l'observer le 13 & jours suivans, jusque vers la fin de Septembre. Cette Comète n'avoit point de queue, mais une chevelure qui la rendoit parfaitement semblable à une nébuleuse, tellement que le 19 Août, à 8^h 19' du soir, s'étant trouvée en conjonction avec la nébuleuse placée entre la queue & les pattes des Chiens de chasse, & n'étant distantes entr'elles que de 6 minutes & demi, on les prenoit facilement l'une pour l'autre.

Voici les élémens de cette Comète, tels que M. Méchain les a établis d'après ses observations, faites depuis le 13 Août jusqu'au 23 Octobre.

Lieu du nœud ascendant.....	6 ^r 14 ^d 22' 40".
Inclinaison de l'orbite.....	50. 54. 28.
Lieu du périhélie.....	5. 9. 25. 36.
Passage au périhélie, le 7 Juillet, à.....	22 ^h 0' 12" temps moy.
Logarithme de la distance périhélie.....	9,612889.
Sens du mouvement.....	Direct.

Nous attendrons, pour donner les résultats de nos observations de cette Comète, que nous ayons pu vérifier la position mal déterminée d'un grand nombre d'Étoiles auxquelles nous l'avons comparée.

TABLE de la Déclinaison de plusieurs Étoiles, déduite
de leur hauteur méridienne, observée au quart-de-cercle
mobile de 6 pieds, en 1786.

MOIS & JOURS.	ÉTOILES.	NOMBRE des OBSERVATIONS	HAUTEUR OBSERVÉE.	DÉCLINAISON MOYENNE au 1. ^{er} Janvier 1786.
			D. M. S.	D. M. S.
Avril. . . 19	<i>Arcturus</i> *	5	61. 28. 8,3	20. 18. 13 A.
Mai. . . . 16	<i>Idem</i>	4	" " 12,6	
Juillet. . 20	<i>Idem</i>	6	" " 23,6	
Mai. . . . 29	<i>Antarès</i> *	3	15. 16. 33,4	25. 56. 32 A.
Juillet. . 10	<i>Idem</i>	3	" " 34,7	
Octobre. 26	<i>Aldébaran</i> . . .	8	57. 14. 28,0	16. 3. 47 B.
Juillet. . 3	α <i>Verseau</i>	2	39. 49. 59,3	1. 21. 9 A.
Août. . . 12	<i>Idem</i>	2	" 50. 7,4	
Juin. . . 16	α <i>d'Hercule</i> . . .	4	55. 49. 3,8	14. 38. 47 B.
Oct. . . . 10	<i>Idem</i>	2	" " 14,8	
Juillet. . 24	α <i>Flèche</i> *	7	58. 42. 36	17. 32. 4 B.
Oct. . . . 3	<i>Idem</i>	3	" " 36,7	
Septemb. 12	<i>Idem</i>	4	" " 39,6	23. 32. 2 A.
Avril. . . 20	α <i>Corbeau</i>	4	17. 40. 22,7	
Mai. . . . 13	<i>Idem</i>	2	" " 22,7	15. 8. 33 A.
Mai. . . . 13	α <i>Balance</i> * . . .	3	26. 2. 54,5	
Oct. . . . 9	α <i>Dauphin</i>	9	56. 20. 43,2	27. 26. 43 B.
Mai. . . . 15	α <i>Couronne</i> * . .	4	68. 36. 38	
Juin. . . . 3	α <i>Ophiucus</i>	9	53. 54. 1,9	10. 2. 19 A.
Avril. . . 23	α <i>Vierge</i> *	4	31. 8. 43,8	
Mai. . . . 13	β <i>Vierge</i>	2	44. 8. 42,6	5. 53. 2 B.
Oct. . . . 4	β <i>l'Aigle</i>	2	47. 3. 54,7	
Septemb. * 8	<i>Idem</i>	3	" " 55,4	22. 12. 38 A.
Mai. . . . 16	β <i>Corbeau</i>	3	18. 59. 29,3	
Juillet. . 19	β <i>Dauphin</i>	4	55. 2. 18,7	13. 51. 42 B.

Suite de la Table de la Déclinaison, &c.

MOIS & JOURS.	ÉTOILES.	NOMBRE des OBSERVATIONS	HAUTEUR OBSERVÉE			DÉCLINAISON MOYENNE au 1. ^{er} Janvier 1786.		
			D.	M.	S.	D.	M.	S.
Octobre. 20	β Baleine.....	4	22.	2.	52,7	19.	9.	49 A.
Avril. . . 21	β Lion *.....	3	56.	56.	13,3	15.	46.	5 B.
Mai. . . . 2	Idem.....	2	"	"	16,1			
Mai. . . . 31	β Hercule *...	7	63.	8.	4,9			
Juin.... 29	Idem.....	6	"	"	10,4	21.	58.	0 B.
Juillet... 17	Idem.....	3	"	"	14,9			
Août. . . 10	β Capricorne...	3	25.	45.	22,6	15.	26.	34 A.
Juillet. . 5	β Serpent *....	10	57.	16.	23,1	16.	6.	5 B.
Juin.... 6	β Ophiucus *...	4	45.	50.	53,8	4.	40.	18 B.
Août.... 12	Idem.....	2	"	51.	52,2			
Juillet. . 15	β Verseau.....	2	34.	41.	10,7	6.	30.	11,0 A.
Août. . . 12	Idem.....	4	"	"	16,0			
Juillet. . 12	γ Capricorne...	8	23.	35.	10,9	17.	37.	2,5 A.
Août.... 5	Idem.	5	"	"	11,6			
Mai. . . . 2	γ Lion.....	3	62.	5.	12,2	20.	55.	2 B.
Juillet... 22	γ Dauphin....	5	56.	22.	23,1			
Août.... 16	Idem.....	8	"	"	24,9	15.	21.	44 B.
Octobre. 10	Idem.....	4	"	"	31,2			
Avril.... 11	γ Vierge.....	2	40.	54.	19,3	0.	16.	22 A.
Mai..... 1	Idem.....	2	"	"	9,0			
Juin. . . . 4	γ Balance....	5	27.	7.	35,0	14.	3.	47 A.
Juin.... 6	γ Ophiucus *...	4	43.	58.	50,6	2.	48.	11 B.
Octobre. 25	γ Éridan.	4	27.	4.	27,2	14.	7.	40 A.
Mai. . . . 30	γ Serpent.....	5	57.	32.	27,2			
Juillet. . 8	Idem.....	8	"	"	32,0	16.	22.	15 B.
Juin.... 23	γ d'Hercule *..	2	60.	50.	10,8			
Juillet. . 25	Idem.....	3	"	"	17,8	19.	40.	0 B.

Suite de la Table de la Déclinaison, &c.

MOIS & JOURS.	ÉTOILES.	OBSERVATIONS NOMBRE des	HAUTEUR OBSERVÉE.	DÉCLINAISON MOYENNE au 1. ^{er} Janvier 1786.		
				D.	M.	S.
Janvier. . 9	♂ Gemeaux *..	4	63. 31. 53,6	22.	21.	37 B.
Février. . 11	Idem.....	2	" " 51,3			
Octobre. . 26	♂ Taureau....	6	58. 12. 10,7	17.	1.	29 B.
Juillet. . 28	♂ Aigle.....	2	43. 53. 3,6	2. 42.	9	B.
Septemb. 18	Idem.....	2	" " 6,1			
Septemb. 19	♂ Verseau....	4	24. 15. 4,3	16.	57.	18 A.
Avril. . 27	♂ Corbeau....	3	25. 51. 59,2	15.	19.	31 A.
Juin. . 3	♂ Hercule....	10	66. 16. 11,4	25.	6.	9 B.
Juill. . 21	♂ Capricorne..	8	24. 6. 54,4			
Août. . 9	Idem.....	9	" " 54,1	17.	5.	22 A.
Octobre. 21	Idem.....	8	" " 54,1			
Mai. . 1	♂ Vierge.....	2	45. 44. 13,6	4.	33.	48 B.
Octobre. 22	♂ Eridan.....	6	30. 41. 57,3	10.	29.	54 A.
Juin. . 5	♂ Ophiucus....	3	38. 2. 55,3	3.	7.	52 B.
Avril. . 15	♂ Lion.....	6	65. 55. 9,3	24.	45.	4 B.
Avril. . 22	♂ Vierge *....	4	57. 16. 52,9	12.	6.	41 B.
Août. . 25	♂ Dauphin....	2	51. 45. 55,3	10.	35.	4 B.
Septemb. 22	Idem.....	2	" " 8			
Avril. . 22	♂ Corbeau....	4	19. 46. 16,6	21.	25.	51 A.
Juin. . 8	♂ Hercule....	2	73. 9. 55,1	32.	0.	2 B.
Juillet. . 5	♂ Ophiucus....	3	31. 4. 4,8	10.	7.	9 A.
Avril. . 30	♂ Bouvier....	3	55. 49. 25,9	14.	39.	17 B.
Juin. . 3	Idem.....	"	" " 29,5			
Avril. . 29	" Lion.....	2	58. 58. 10,2	17.	47.	58 B.
Septemb. 21	♂ Antinoüs....	2	41. 39. 17,2	0.	28.	14 B.

Suite de la Table de la Déclinaison, &c.

MOIS & JOURS.	ÉTOILES.	OBSERVATIONS NOMBRE	HAUTEUR OBSERVÉE.	DÉCLINAISON MOYENNE au 1. ^{er} Janvier 1786.
			D. M. S.	D. M. S.
Juin... 15	« Ophiucus....	10	25. 44. 57,9	15. 26. 39 A.
Juin... 5	« grande Ourse.	3	91. 32. 56,0	50. 23. 16. B.
Mars... 25	« grande Ourse..	2	90. 2. 4,3	48. 52. 16 B.
Août... 7	« Capricorne....	9	23. 28. 12,1	17. 43. 27 A.
Août... 11	« Verseau.....	2	32. 28. 54	8. 42. 48
Septemb. 5	Idem.....	2	" " 55,3	
Octobre. 17	Idem.....	2	" " 54,8	
Mars... 26	« Lion.....	3	68. 10. 32,1	27. 0. 29 B.
Juin... 11	« Sagittaire*...	2	20. 6. 31,7	21. 5. 42 A.
Juillet.. 8	Idem.....	2	" " 34,9	22. 2. 24 A.
Juillet.. 7	« Sagittaire....	5	19. 10. 13	
Août... 4	Idem.....	3	" " 17,2	
Juin... 5	« Scorpion....	4	15. 43. 52,1	25. 29. 1 A.
Juillet.. 8	« Sagittaire....	4	19. 51. 34,2	21. 20. 51 A.
Août... 5	Idem.....	3	" " 38,3	25. 3. 54 A.
Mal... 29	« Scorpion....	2	16. 9. 2,5	
Juin... 6	Idem.....	3	" 8. 56,6	
Juin... 1	« Vierge.....	6	36. 47. 14,1	4. 23. 32 A.
Juillet.. 21	« Antinoüs....	2	39. 44. 32	1. 26. 31 A.
Avril... 29	« Lion.....	3	57. 45. 53,5	16. 35. 43 B.
Août... 8	« Capricorne...	8	23. 8. 1,6	18. 4. 17 A.
Août... 23	Idem.....	6	" " 1,5	

Mém. 1786.

Z z

Suite de la Table de la Déclinaison, &c.

MOIS & JOURS.	ÉTOILES.	OBSERVATIONS NOMBRE des	HAUTEUR OBSERVÉE.	DÉCLINAISON MOYENNE en 1. ^{re} Janvier 1786.
			D. M. S.	D. M. S.
Septemb. 5	§ Capricorne....	4	23. 7. 59,2	18. 4. 17 A.
Juillet. .. 6	§ Ophiucus. ...	2	16. 26. 44,2	24. 46. 6 A.
Août. . . 5	Idem.....	2	" " 46,4	
Août.... 9	§ Serpent.....	3	45. 7. 12,2	3. 56. 22 B.

Parmi les Étoiles que renferme cette Table, on en trouvera seize qui avoient été également déterminées en 1785; on les a marquées d'un astérique. Dix de ces Étoiles offrent dans les résultats des deux années, l'accord le plus parfait; les autres ne différeroient entr'elles que de 6 à 8 secondes si l'on eût employé à leur réduction, en 1785, les mêmes élémens & les mêmes Tables que cette année, où nous avons répété deux fois le calcul avec le plus grand soin.

Nous avons employé cette année, à la réduction de la position moyenne des Étoiles, les Tables d'aberration & de nutation de Mezger, qui sont infiniment plus exactes que celles de la *Connoissance des Temps de 1781*, dont nous avons fait usage en 1785.



S U P P L É M E N T.

E X T R A I T

DES

PRINCIPALES OBSERVATIONS,

FAITES DEPUIS 1777 JUSQU'EN 1785.

J'AI pensé qu'il pourroit être intéressant de rapporter ici un extrait succinct des observations faites depuis l'année 1777, époque où, me trouvant chargé seul à l'Observatoire, des opérations astronomiques, je m'occupai, plus particulièrement que je ne l'avois encore fait, de réparer & d'augmenter les instrumens, de multiplier les observations, & en établissant un nouvel ordre, d'adopter & de suivre un plan général que les secours reçus successivement depuis, m'ont mis en état d'étendre & de perfectionner. Cet extrait joint à ce que j'ai publié précédemment, complètera un intervalle de dix années; il ne contiendra, à la vérité, que les derniers résultats des principales observations; je n'aurois pu l'étendre davantage, sans passer les bornes qui m'ont été prescrites, j'espère qu'il n'en sera pas moins agréable aux Astronomes; je me propose d'ajouter ainsi de temps en temps à l'extrait de chaque année, un précis des observations les plus importantes qui ont été faites à l'Observatoire dans les années antérieures, depuis son établissement, une partie de ces observations n'a été ni publiée, ni calculée, l'autre se trouve éparse dans un petit nombre d'ouvrages.

Z z ij

§. I.^{er} *Éclipses de Soleil.*

DE six Éclipses de Soleil qui ont eu lieu pour Paris, dans l'intervalle de dix années, compris depuis 1777 jusqu'en 1787, on n'a observé que les suivantes;

Le 24 Juin 1778,			Le 3 Juin 1779,		
Temps peu favorable, on ne put obtenir que les résultats suivans :			Le temps n'a été favorable que vers la fin de l'Eclipsé.		
TEMPS VRAI.	DISTANCE DES CORNES.	GRAND. ^a DE L'ECLIPSE	TEMPS VRAI.	DISTANCE DES CORNES.	GRAND. ^a DE L'ECLIPSE
3 ^h 55' 19".7	0 ^d 7' 40".	0 ^d 0' 54".	20 ^h 9' 1".5	0 ^d 19' 44".	0 ^d 7' 12".
4. 8. 35.5	18. 27.	5. 44.	20. 36. 41.3	11. 30.	2. 6.
4. 22. 59.8	25. 5.	11. 53.	20. 38. 48	9. 42.	1. 29.
			Fin de l'Eclipsé, à.... 20 ^h 44' 10".2.		
Vers le commencement de l'Eclipsé, la corne occidentale paroissait arrondie.			Vers la fin de l'Eclipsé, le bord de la Lune, proche la corne orientale, étoit très-raboteux.		
Le 16 Octobre 1781,					
Le mauvais temps empêche d'observer le commencement de l'Eclipsé.					
TEMPS VRAI.	DISTANCE DES CORN.	GRAND. ^a DE L'ECLIPSE	TEMPS VRAI.	DISTANCE DES CORN.	GRAND. ^a DE L'ECLIPSE
19 ^h 20' 50"	21' 42".1	8' 10"	20 ^h 0' 29"	24' 21"	10' 45"
19. 23. 53	22. 41.7	9. 5	20. 2. 8	23. 49	10. 11
19. 25. 19	23. 9.2	9. 33	20. 5. 49	22. 26	8. 50
19. 27. 23	23. 24.7	9. 47	20. 9. 59	21. 55	8. 21
19. 31. 20	24. 30	10. 57	20. 14. 48	20. 6.2	6. 51
19. 35. 33	24. 51	11. 19	20. 20. 27	17. 16.1	4. 53.5
19. 38. 34	25. 5.5	11. 38	20. 22. 26	16. 10.7	4. 14
19. 43. 42	25. 36.5	12. 14	20. 24. 58	14. 9.2	3. 12
19. 44. 34.8	25. 40	12. 19.5	20. 25. 51	13. 30	2. 54
19. 45. 1	25. 34	12. 11	20. 27. 23	12. 6	2. 18
19. 54. 52	25. 7	11. 37	20. 29. 18	9. 52.2	1. 30
19. 56. 13	24. 54	11. 24	20. 31. 8	6. 59.2	0. 45
Fin de l'Eclipsé, à..... 8 ^h 33' 2".5.					

§. II. Éclipses de Lune.

DE sept Éclipses de Lune qui ont eu lieu pour Paris, depuis 1777 jusqu'en 1787, on n'a pu observer que les suivantes :

<p>Le 3 Décembre 1778, Vers le milieu de l'Éclipse, le mauvais temps a interrompu les observations.</p>	<p>Le 18 Mars 1783, Le temps a été très-favorable pour l'observation de cette Éclipse totale.</p>																							
<p>TEMPS VRAI.</p> <p>16^h 34' 36" L'Éclipse paroît commencée. 16. 45. 52. L'ombre à <i>Héracldes</i>. 16. 47. 16. <i>Héracldes</i> tout-à-fait dans l'omb. 17. 6. 3. <i>Galilée</i> tout-à-fait dans l'omb. 17. 9. 8. L'ombre touche <i>Copernic</i>. 17. 13. 13. <i>Copernic</i> tout-à-fait dans l'omb. 17. 14. 39. L'ombre à <i>Manilius</i>. 17. 31. 32. <i>Mars</i> crissant t.-à-f. dans l'omb. 17. 38. 49. <i>Galilée</i> hors de l'ombre. 17. 50. 59. <i>Képler</i> hors de l'ombre.</p>	<p>TEMPS VRAI.</p> <p>7^h 42' 29" Comm.¹ 8^h 41' 32" Im. tot. 11. 23. 29. Fin. 10. 21. 15. Emerf.</p> <table><tr><th></th><th>IMMERSION.</th><th>ÉMERSON.</th></tr><tr><td rowspan="5">Centre {</td><td><i>Grimaldi</i>...</td><td>7^h 44' 47"</td><td>10^h 26' 25"</td></tr><tr><td><i>Copernic</i>...</td><td>8. 3. 32</td><td>10. 47. 43</td></tr><tr><td><i>Tycho</i>...</td><td>8. 9. 24</td><td>10. 45. 23</td></tr><tr><td><i>Plato</i>...</td><td>8. 12. 49</td><td>10. 52. 27</td></tr><tr><td><i>Manilius</i>...</td><td>8. 18. 51</td><td>11. 2. 3</td></tr><tr><td><i>Ménelaüs</i>...</td><td>8. 22. 11</td><td>11. 4. 49</td></tr></table>		IMMERSION.	ÉMERSON.	Centre {	<i>Grimaldi</i> ...	7 ^h 44' 47"	10 ^h 26' 25"	<i>Copernic</i> ...	8. 3. 32	10. 47. 43	<i>Tycho</i> ...	8. 9. 24	10. 45. 23	<i>Plato</i> ...	8. 12. 49	10. 52. 27	<i>Manilius</i> ...	8. 18. 51	11. 2. 3	<i>Ménelaüs</i> ...	8. 22. 11	11. 4. 49	
	IMMERSION.	ÉMERSON.																						
Centre {	<i>Grimaldi</i> ...	7 ^h 44' 47"	10 ^h 26' 25"																					
	<i>Copernic</i> ...	8. 3. 32	10. 47. 43																					
	<i>Tycho</i> ...	8. 9. 24	10. 45. 23																					
	<i>Plato</i> ...	8. 12. 49	10. 52. 27																					
	<i>Manilius</i> ...	8. 18. 51	11. 2. 3																					
<i>Ménelaüs</i> ...	8. 22. 11	11. 4. 49																						
<p>Le 29 Mai 1779, La Lune s'étant plongée dans les vapeurs de l'horizon vers le milieu de l'Éclipse, on n'a pu voir que le commencement.</p>	<p>Le 10 Septembre 1783, Temps très-fav. l'Éclipse a été totale.</p>																							
<p>TEMPS VRAI.</p> <p>15^h 12' 31" Commencement de l'Éclipse. 15. 15. 51. <i>Grimaldi</i> tout-à-fait dans l'omb. 15. 20. 1. <i>Galilée</i> tout-à-fait dans l'ombre. 15. 28. 11. L'ombre au centre de <i>Képler</i>. 15. 32. 26. <i>Aristarque</i> tout-à-fait dans l'omb. 15. 35. 30. L'ombre au centre de <i>Copernic</i>. 15. 35. 51. Partie éclairée. 0^h 18' 0". 15. 46. 31. Partie éclairée. 0. 11. 34</p>	<p>TEMPS VRAI.</p> <p>9^h 57' 9" Comm.¹ 10^h 54' 57" Im. tot. 13. 33. 11. Fin. 12. 33. 18. Emerf.</p> <table><tr><th></th><th>IMMERSION.</th><th>ÉMERSON.</th></tr><tr><td rowspan="3">Centre {</td><td><i>Tycho</i>...</td><td>10^h 26' 19"</td><td>12^h 58' 16"</td></tr><tr><td><i>Copernic</i>...</td><td>10. 11. 39</td><td>13. 8. 11</td></tr><tr><td><i>Manilius</i>...</td><td>10. 32. 43</td><td>13. 8. 11</td></tr><tr><td rowspan="3">Bord. {</td><td><i>Grimaldi</i>...</td><td>12. 36. 56</td><td>13. 10. 46</td></tr><tr><td><i>Aristarque</i>...</td><td>12. 42. 51</td><td></td></tr><tr><td><i>Ménelaüs</i>...</td><td>13. 10. 46</td><td></td></tr></table>		IMMERSION.	ÉMERSON.	Centre {	<i>Tycho</i> ...	10 ^h 26' 19"	12 ^h 58' 16"	<i>Copernic</i> ...	10. 11. 39	13. 8. 11	<i>Manilius</i> ...	10. 32. 43	13. 8. 11	Bord. {	<i>Grimaldi</i> ...	12. 36. 56	13. 10. 46	<i>Aristarque</i> ...	12. 42. 51		<i>Ménelaüs</i> ...	13. 10. 46	
	IMMERSION.	ÉMERSON.																						
Centre {	<i>Tycho</i> ...	10 ^h 26' 19"	12 ^h 58' 16"																					
	<i>Copernic</i> ...	10. 11. 39	13. 8. 11																					
	<i>Manilius</i> ...	10. 32. 43	13. 8. 11																					
Bord. {	<i>Grimaldi</i> ...	12. 36. 56	13. 10. 46																					
	<i>Aristarque</i> ...	12. 42. 51																						
	<i>Ménelaüs</i> ...	13. 10. 46																						
<p>Le 6 Mars 1784, Au commencement de l'Éclipse, la Lune étoit dans un bandeau de nuages blanchâtres; & vers le milieu, ils ont entièrement interrompu l'observation.</p> <p>14^h 24' 49" L'Éclipse est commencée. 14. 41. 44. <i>Aristarque</i> tout-à-fait dans l'ombre. 14. 48. 4. <i>Plato</i> tout-à-fait dans l'ombre. 15. 23. 9. L'ombre touche <i>Copernic</i>. 16. 46. 0. Fin de l'Éclipse.</p> <p>Le bord éclipse ayant toujours été visible, on a pris les mesures suivantes :</p> <table><tr><td rowspan="5">TEMPS VRAI {</td><td>14^h 41' 34"</td><td rowspan="5">Grandeur de la partie éclipsee {</td><td>0^h 6' 13"</td></tr><tr><td>14. 49. 54</td><td>0. 7. 28</td></tr><tr><td>14. 56. 49</td><td>0. 9. 38</td></tr><tr><td>15. 8. 29</td><td>0. 12. 27</td></tr><tr><td>15. 18. 47</td><td>0. 13. 5</td></tr><tr><td>15. 32. 9</td><td></td><td>0. 14. 20</td></tr></table>		TEMPS VRAI {	14 ^h 41' 34"	Grandeur de la partie éclipsee {	0 ^h 6' 13"	14. 49. 54	0. 7. 28	14. 56. 49	0. 9. 38	15. 8. 29	0. 12. 27	15. 18. 47	0. 13. 5	15. 32. 9		0. 14. 20								
TEMPS VRAI {	14 ^h 41' 34"		Grandeur de la partie éclipsee {		0 ^h 6' 13"																			
	14. 49. 54				0. 7. 28																			
	14. 56. 49				0. 9. 38																			
	15. 8. 29				0. 12. 27																			
	15. 18. 47	0. 13. 5																						
15. 32. 9		0. 14. 20																						

366 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE
S. III. Équinoxes.

ANNÉES.	HAUT. OBSERVÉE du bord supérieur du SOLEIL.	DÉCLINAIS. du centre du SOLEIL.	HEURE de L'ÉQUINOXE.	INTERVALLE d'un ÉQUINOXE à l'autre.	ANNÉE.
	D. M. S.	D. M. S.	H. M. S.	J. H. M. S.	J. H. M. S.
1777.	21 Sept. 41. 55. 45.4	0. 29. 0.3 B.	22 Sept. 5. 42. 23		
1778.	19 Mars 40. 30. 37.5	0. 24. 6.0 A.	20 Mars 0. 25. 20	178. 18. 42. 57	365. 6. 5. 38
1778.	23 Sept. 41. 14. 52.0	0. 11. 54.7 A.	22 Sept. 11. 48. 1	186. 11. 22. 41	365. 6. 7. 20
1779.	21 Mars 41. 44. 40.0	0. 17. 13.5 B.	20 Mars 6. 32. 40	178. 18. 44. 39	
1783.	20 Mars 41. 21. 50.1	0. 5. 1.4 A.	20 Mars 5. 5. 26	8 8 8 8	365. 5. 38. 11
1783.	23 Sept. 41. 19. 37.1	0. 7. 9.4 A.	22 Sept. 16. 40. 13	186. 11. 34. 47	365. 7. 59. 26
1784.	20 Mars 41. 37. 37.3	0. 10. 46.5 B.	19 Mars 13. 4. 52	178. 20. 24. 39	365. 5. 52. 56
1784.	21 Sept. 41. 48. 46.0	0. 22. 1.2 B.	21 Sept. 22. 33. 9	186. 9. 28. 17	365. 3. 30. 4
1785.	21 Mars 41. 57. 50.2	0. 31. 0.2 B.	19 Mars 16. 34. 56	178. 18. 1. 47	365. 5. 58. 40
1785.	22 Sept. 41. 51. 11.4	0. 4. 25.4 B.	22 Sept. 4. 31. 49	186. 11. 56. 53	
1786.	22 Sept. 41. 56. 47.2	0. 10. 1.5 B.	22 Sept. 10. 15. 51	8 8 8 8	365. 3. 44. 2

Nous avons supposé dans le calcul de l'heure de l'Équinoxe, la réfraction de 1' 6" à 41 degrés; la parallaxe de 67"; le demi-diamètre de 16' 0" en Automne; & 16' 5" en Printemps. Le mouvement diurne du Soleil en décl. dans l'Équinoxe de Mars, de 23' 41", & dans l'Équinoxe d'Automne de 23' 26"; la haut. de l'Équateur 41° 9' 48".

S. IV. Solstices.

ANNÉES.	HAUTEUR solfsticiale du bord supér. du SOLEIL.	OBLIQUITÉ de L'ÉCLIPTIQUE		DISTANCE SOLSTIC. du bord supérieur du SOLEIL		CIRCONSTANCES.
		Apparente.	Vraie.	à Arcturus.	à β d'Hercule.	
		D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	
1777.	64. 53. 49.3	23. 27. 50.5	23. 27. 53.3	3. 22. 29.8	8 8 8	Par 7 observations.
1778.	64. 53. 54.2	23. 27. 55.4	23. 27. 55.4	3. 22. 45.8	1. 44. 27	Par 8 observations très-d'accord entr'elles.
1779.	64. 54. 6.5	23. 28. 7.7	23. 27. 64.4	8 8 8	8 8 8	Par 5 observ. peu d'accord.
1780.	64. 53. 57.4	23. 27. 59.1	23. 27. 53.5	3. 23. 22	1. 44. 52	Par 9 observat. très-d'accord, & deux différentes lunett.
1782.	64. 54. 1.2	23. 28. 2.9	23. 27. 54.1	3. 24. 15	8 8 8	Par 9 observat. très-d'accord, & deux différentes lunett.
1783.	64. 53. 56.4	23. 27. 58.3	23. 27. 49.4	3. 24. 40.7	8 8 8	Par 8 observ. au travers d'un brouillard singulier.
1784.	64. 54. 6.6	23. 28. 8.0	23. 27. 60.4	3. 25. 12.3	1. 45. 52	Par 7 observ. faites au travers des nuages.
1785.	64. 53. 57.6	23. 27. 59.0	23. 27. 52.7	3. 25. 15.0	1. 45. 36.7	Par 13 obs. très-d'acc. a diff. lun. & les 2 bords du Sol.
1786.	64. 53. 57.6	23. 27. 50.0	23. 27. 55.2	8 8 8	1. 45. 28.7	Par 4 observ. assez d'accord.

Nous avons supposé la réfraction à $6^{\text{d}} 27''$; la parallaxe $3''.7$; le demi-diamètre du Soleil, le jour du solstice, $15' 47''$; la hauteur de l'Équateur $41^{\text{d}} 9' 48''$.

L'on voit par le Tableau précédent, que n'ayant point égard aux résultats des années 1779, 1783 & 1784, où les observations ont été faites dans des circonstances défavorables, il se trouve entre les six autres années l'accord le plus satisfaisant, & que prenant un milieu entre six résultats, dont les plus éloignés entre eux ne diffèrent que de $2''.7$, on aura pour l'obliquité vraie, vers l'année 1780, un angle de $23^{\text{d}} 27' 54''$; on peut voir dans les *Mémoires de l'Académie, années 1778 & 1782*, ce que j'ai publié sur cette matière. Les Astronomes qui supposent cette obliquité plus grande de près de 20 secondes, n'ayant point exposé ni discuté un aussi grand nombre d'observations, n'ayant point fait connoître les vérifications qu'ils ont dû faire de leurs instrumens, n'observant d'ailleurs à chaque solstice qu'avec une seule lunette, sur un seul point du limbe de leur quart-de-cercle, tandis que dans le même solstice, j'observe avec deux lunettes & sur deux points différens du limbe, j'aurois quelque droit sans doute de préférer ma détermination à la leur; néanmoins je me suis déterminé, pour les calculs que renferment ces extraits que je dois publier chaque année, à supposer l'Obliquité moyenne ou vraie de l'Écliptique, au 21 Juin 1780, de $23^{\text{d}} 27' 28''$, 0 (c'est 6 secondes dont je me rapproche du résultat des autres Astronomes) avec une diminution par siècle de 56 secondes, ou $0''.56$ par année. Ce qui donnera les résultats de la Table suivante :

21 J U I N.	O B L I Q U I T É						21 J U I N.	O B L I Q U I T É					
	Vraie.			Apparente.				Vraie.			Apparente.		
	D.	M.	S.	D.	M.	S.		D.	M.	S.	D.	M.	S.
1785.	23.	27.	57.20	23.	28.	3.5	1791.	23.	27.	53.84	23.	27.	45.2
1786.	23.	27.	56.64	23.	28.	0.4	1792.	23.	27.	53.28	23.	27.	44.3
1787.	23.	27.	56.08	23.	27.	56.8	1793.	23.	27.	52.72	23.	27.	44.3
1788.	23.	27.	55.52	23.	27.	53.3	1794.	23.	27.	52.16	23.	27.	45.2
1789.	23.	27.	54.96	23.	27.	49.9	1795.	23.	27.	51.60	23.	27.	46.9
1790.	23.	27.	54.40	23.	27.	47.2	1796.	23.	27.	51.04	23.	27.	49.2

368 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE

Dans les *Ephémérides de Milan*, année 1787, on voit qu'en 1784 & 1785, M.^{re} les Astronomes de Milan ont déterminé l'obliquité vraie de $23^{\circ} 27' 58''$, 1, c'est à $0''$, 9 près, celle que je suppose ici, & ce résultat ne diffère que de $4''$, 2 de celui que m'ont donné mes observations en 1785 & 1786.

§. V. Opposition des Planètes.

ANNÉES.	TEMPS de L'OPPOSITION, Heure vraie.		LIEU de l'Opposition apparente.		ERREUR des TABLES		CIRCONSTANCE
			Longitude.	Latitude.	En long.	En latit.	
	H. M. S.		D. M. S.	D. M. S.	M. S.	M. S.	
S A T U R N E.							
1779.	14 Mai...	5. 59. 38	233. 41. 6	2. 21. 1 B.	-11. 20	-46. 0	Par 5 observations.
1780.	25 Mai...	11. 26. 59	245. 11. 59	2. 1. 2 B.	-11. 19	-8. 0	Par 8 observ.
1782.	18 Juin...	17. 32. 20	267. 56. 1	1. 7. 24 B.	-10. 57	+10. 0	Par 6 observ.
1783.	30 Juin...	20. 11. 0	279. 15. 6	0. 36. 7 B.	-10. 31	+11. 0	Par 6 observ.
1785.	24 Juillet...	5. 53. 32	302. 4. 23	0. 29. 50 A.	-8. 58	-22. 0	Par 6 observ.
1786.	5 Août...	14. 33. 12	323. 40. 48	1. 2. 2 A.	-7. 47	-40. 0	Par 6 observ.
J U P I T E R.							
1778.	9 Février...	23. 44. 35	141. 55. 31	1. 7. 46 B.	-5. 27	+0. 17	Par 2 obs. un peu dout.
1779.	12 Mars...	12. 23. 4	172. 18. 42	1. 33. 10 B.	-3. 48	+0. 13	Par 6 observ.
1780.	11 Avril...	1. 46. 35	202. 14. 11	1. 37. 57 B.	-3. 11	-0. 28	Par 4 observ.
1781.	12 Mai...	3. 35. 31	232. 33. 52	1. 9. 16 B.	-3. 8	-1. 0	Par 3 obs. un peu dout.
1782.	14 Juin...	17. 26. 1	264. 6. 43	0. 23. 50 B.	-4. 18	-1. 0	Par 6 observ.
1783.	19 Juillet...	23. 53. 24	297. 31. 14	0. 34. 57 A.	-5. 5	+1. 5	Par 4 observ.
1785.	1. ^{re} Octobre...	22. 9. 44	323. 34. 35	1. 38. 39 A.	-6. 40	-0. 33	Par 6 observ.
1786.	7 Novemb.	22. 13. 50	46. 12. 7	1. 17. 26 A.	-7. 0	-1. 3	Par 6 observ.
M A R S.							
1777.	11 Mai...	22. 18. 9	231. 27. 1	0. 26. 9 A.	-0. 49	+0. 49	Par 3 observations.
1783.	1. ^{re} Octobre...	0. 16. 4	8. 10. 40	4. 6. 5 A.	-3. 29	-0. 23	Par 7 observations.

S. VI. Occultations d'Étoiles par la Lune.

ÉTOILES ÉCLIPSÉES.	ÉPOQUES.	TEMPS VRAI.			CIRCONSTANCES.
		D.	M.	S.	
♈ du Taureau....	1777 21 Sept...	11.	1.	36,7	Immersion dans le bord éclairé
		#	34.	28,2	Émergence un peu tard.
La suivante.....	21 Sept...	11.	23.	31,3	Immersion.
		12.	21.	31,9	Émergence.
♊ des Gémeaux...	1778 7 Février..	11.	20.	42	Immersion dans le bord obscur.
		12.	13.	3	Émergence.
♏ du Scorpion....	5 Juillet..	9.	37.	39,2	Imm. temps peu favorable.
♐ du Capricorne...	4 Sept...	9.	38.	36,6	Immersion dans le bord obscur.
In australi penna sequens.		10.	39.	55	Émergence un peu tard.
♏ du Scorpion....	21 Sept...	6.	34.	29,2	Immersion dans le bord obscur.
♐ du Sagittaire....	29 Sept...	9.	17.	47,6	Immersion dans le bord obscur.
♏ de l'Âne.....	1779 3 Janvier..	15.	25.	15,3	Immersion dans le bord éclairé
		16.	28.	44,2	Émergence douteuse.
♏ de l'Âne.....	27 Février..	12.	33.	59,6	Immersion dans le bord obscur.
		13.	35.	49,1	Émergence.
♈ du Taureau..	1780 11 Mars...	7.	19.	50,9	Immersion dans le bord obscur.
♏ de la Vierge préc.	20 Mars...	12.	28.	49,8	Immersion temps peu favorable.
Suivante.....	20 Mars...	#	#	50,8	Immersion temps peu favorable.
♎ de la Balance...	19 Avril...	9.	5.	13,6	Émergence douteuse.
♏ de la Vierge préc.	10 Juin...	12.	35.	44,3	Immersion dans le bord obscur.
Suivante.....	10 Juin...	#	#	54,3	Immersion.
♎ de la Balance...	1781 13 Mars...	14.	33.	9	Immersion dans le bord obscur.
		15.	31.	23	Émergence.
Pléiades <i>Métope</i> ...	1783 9 Février..	6.	50.	58,8	Émergence un peu tard.
44.....		7.	15.	7,7	Immersion dans le bord obscur.
<i>Pleiade</i>		7.	34.	29,6	Immersion.
<i>Idem</i>		8.	32.	37,5	Émergence.
♏ du Scorpion...	13 Juin...	12.	45.	56,7	Immersion dans le bord éclairé.
♐ du Capricorne..	29 Nov...	9.	27.	16,7	Immersion dans le bord obscur.
♐ des Poissons....	30 Déc...	8.	12.	24,1	Immersion dans le bord obscur.
du Sagittaire....	1784 2 Juillet..	12.	41.	19	Immersion temps peu favorable.
		13.	29.	8,5	Émergence.

Mem. 1786.

A a a

§. VII. *Passage de Mercure sur le Soleil,*
Le 12 Novembre 1782.

TEMPS VRAI.

2^h 58' 35". Premier contact extérieur à l'entrée, un peu tard, le bord du Soleil est déjà entamé par Mercure.

2. 59. 22. On estime le centre de Mercure sur le bord du Soleil.

3. 2. 4. Premier contact intérieur à l'entrée.

4. 17. 19. Second contact intérieur à la sortie.

4. 20. 34. On estime le centre de Mercure sur le bord du Soleil.

4. 22. 49. Second contact extérieur à la sortie.

§. VIII. *Comparaison du Soleil à diverses Étoiles.*

PASSAGES DU CENTRE DU SOLEIL DANS LE PARALLÈLE DES ÉTOILES.			DIFFÉRENCE d'ascension droite du centre du SOLEIL & de L'ÉTOILE.
1777 Juillet. . . 11	β d'Hercule.	12 ^h 11' 30"	
Sept. 15	δ de l'Aigle.	8. 13. 56	
1778 Janvier. 28	α Lièvre.	10. 4. 14	
28	β grand Chien.	20. 37. 53	
Mars. 27	β Vierge.	16. 47. 6	167 ^d 48' 31"
Avril. 3	γ Procyon.	20. 24. 0	
Mai. 18	γ d'Hercule.	6. 45. 40	187. 31. 33
21	α Arcturus.	10. 29. 45	152. 43. 42
31	β d'Hercule.	2. 43. 58	
Juillet. 11	β d'Hercule.	19. 54. 11	133. 37. 26
Août. 12	α d'Hercule.	18. 50. 30	113. 14. 53,7
18	α Ophiucus.	21. 47. 43	
26	γ l'Aigle.	16. 31. 39	138. 9. 29
Sept. 7	β l'Aigle.	6. 11. 32	129. 49. 35,5
14	α Baleine.	5. 51. 24	
15	δ l'Aigle.	14. 0. 13	
1779 Janvier. 9	γ de l'Hydre.	16. 43. 24	265. 12. 54
29	β grand Chien.	2. 17. 32,9	141. 9. 42,7
Février. 26	α Rigel.	11. 54. 55	96. 2. 13,3
28	α Hydre.	11. 47. 0	157. 22. 20

PASSAGES DU CENTRE DU SOLEIL

DANS LE PARALLÈLE DES ÉTOILES.

DIFFÉRENCI
d'ascension droite
du centre
du SOLEIL
&
de l'ÉTOILE.

1779	Mars...	21	α Vierge.....	16 ^h 26' 35",3	181 ^d 51' 31",5
			ξ Vierge.....	15. 3. 33,7	
		27	β Vierge.....	21. 51. 52,3	167. 50. 46,5
	Mai...	21	Arcturus.....	15. 6. 27	152. 46. 42
	Juillet...	12	β d'Hercule.....	1. 56. 9,5	133. 37. 40
	Août...	26	γ l'Aigle.....	22. 10. 17	138. 9. 21
		31	α l'Aigle.....	22. 14. 43	134. 39. 20
1780	Janvier...	5	γ du Lièvre.....	19. 22. 17	
		29	β grand Chien.....	8. 3. 55,5	141. 11. 0,5
	Février...	10	γ Éridan.....	16. 6. 56	92. 26. 39
		23	α Orion.....	6. 3. 24	107. 40. 35,5
		27	Rigel.....	17. 32. 5	95. 7. 23
	Mars...	21	α Vierge.....	21. 52. 38	179. 58. 40
		27	β Vierge.....	2. 8. 46	167. 55. 15
	Avril...	17	α Lion.....	6. 55. 25	
		28	ξ Bouvier.....	20. 8. 47,8	180. 32. 49
	Mai...	10	β Bouvier.....	21. 58. 43	151. 22. 42
		20	Arcturus.....	20. 20. 7	152. 48. 58
		30	β d'Hercule.....	11. 20. 26,5	176. 5. 50
	Juillet...	11	β idem.....	6. 52. 41	
1782	Juillet...	21	Arcturus.....	14. 23. 22	89. 59. 58
1783	Février...	3	Syrus.....	0. 56. 22	141. 44. 49
	Mai...	31	β d'Hercule.....	4. 8. 11	176. 54. 30
	Août...	2	α Flèche.....	23. 13. 56	
1784	Mars...	20	α Vierge.....	19. 14. 44	181. 0. 12
	Mai...	20	Arcturus.....	16. 15. 17	
	Août...	2	α Flèche.....	4. 52. 39	
		13	δ Dauphin.....	8. 49. 35	164. 23. 0
	Sept...	6	α l'Aigle.....	16. 10. 59	129. 55. 3
		12	ε Serpent.....	19. 0. 20	95. 27. 52



Aaa ij

M É M O I R E

S U R L E

MOUVEMENT DU CINQUIÈME SATELLITE D E S A T U R N E.

Par M. DE LA LANDE.

13 Nov.
1786.

DEPUIS 1714, les satellites de Saturne semblent avoir été oubliés par les Astronomes; & j'ai cru qu'il étoit temps de rappeler leur attention vers cette partie difficile & peu connue du système du monde. Le cinquième satellite offre sur-tout une question importante à résoudre, & ce sera le principal objet de ce Mémoire.

Dominique Cassini découvrit en 1671, le cinquième satellite de Saturne, & cette découverte fut annoncée dans un livre de 20 pages *in-folio*, qui est cité dans les *Mémoires de 1733*; on trouve dans la liste, n.º 21, un ouvrage, intitulé: *Découverte de deux nouvelles planètes autour de Saturne*; Paris, 1673, fol. chez Cramoisi, Imprimeur du Roi; cette découverte fut aussi annoncée dans les *Transactions philosophiques de 1673*, n.º 192. Cependant, dans le *Journal des Savans de 1677*, elle est racontée comme si on l'eût annoncée alors pour la première fois. Cassini aperçut dès-lors que ce satellite ne tournoit pas dans le plan de l'anneau, comme le quatrième qui avoit été découvert par Huygens, en 1655. En effet, dans son Histoire de la découverte de deux Planètes (*Anciens Mém. tome X, page 586*), on trouve ces paroles remarquables: *quoique la ligne de son mouvement ne soit pas parallèle à la circonférence de l'anneau, ce qui a été remarqué dans les premières observations.* Ainsi la différence entre ce satellite & le quatrième, n'avoit pas échappé à l'auteur de la découverte; mais comme tous les satellites que l'on découvrit ensuite, étoient comme le quatrième

dans le plan de l'anneau , on regarda les cinq satellites, comme ayant tous les mêmes nœuds, & étant à peu-près dans un même plan (*Mém. 1714, page 377*).

Ce fut en 1714, que M. Cassini le fils trouva une différence de 15^d dans l'inclinaison, & de 17^d dans les nœuds ; car le nœud du cinquième lui parut à $5^f 4^d$, tandis que le nœud des quatre autres étoit à $5^f 21^d$ (*Mém. 1714, page 374*).

Il remarqua aussi dans les observations de 1685, un fait auquel on n'avoit pas fait attention, & qui prouve que dès-lors la route de ce satellite étoit inclinée à la direction du plan de l'anneau ; ainsi il n'estimoit pas, en 1714, qu'il fût arrivé de changement dans le nœud du cinquième satellite.

Mais M. le Monnier, en 1755, ayant observé cette petite Planète, dans l'intention de voir si l'atmosphère de Saturne ne s'étendrait pas jusqu'au cinquième satellite pour déranger son inclinaison, trouva que l'orbite étoit fort rétrécie (*Mém. 1757, page 93*) ; il n'en dit pas davantage, & l'on ne voit pas s'il attribuoit la différence au changement du nœud, ou à celui de l'inclinaison : la circonstance n'étoit pas favorable pour démêler ces deux effets, car Saturne étant presque à égale distance du nœud & de la limite du cinquième satellite, le rétrécissement apparent de l'orbite pouvoit être produit par l'un & l'autre de ces deux changemens ; d'ailleurs M. le Monnier n'avoit fait qu'estimer les distances à la vue, sans micromètre & sans fils, & l'on ne pouvoit tirer de conclusions certaines de ces distances estimées.

Au reste, le changement de l'inclinaison & celui des nœuds, doivent aller ensemble ; si le Soleil produit un mouvement dans le nœud du cinquième satellite sur l'orbite de Saturne, il doit en résulter un changement d'inclinaison du satellite par rapport à l'anneau. Il s'agit de démêler ces deux effets, en remontant à leur cause ; aussi M. le Monnier se proposoit, en 1755, d'examiner s'il n'y auroit point de variations semblables à celles qui s'observent dans

l'orbite lunaire durant le cours d'une révolution des nœuds de la Lune (*Mém. 1757, page 92*).

En attendant, il nous est facile de savoir s'il a dû y avoir un mouvement considérable : j'ai donné dans mon *Astronomie* une formule très-simple pour trouver le mouvement des nœuds ; malgré sa simplicité, elle donne à $\frac{1}{12}$ près le mouvement des nœuds de la Lune, tel qu'on l'observe ; ainsi cette formule doit être plus exacte qu'il ne faut pour un mouvement aussi petit & une distance aussi grande que celle du cinquième satellite ; seulement, son inclinaison beaucoup plus grande, peut augmenter un peu le mouvement que donne la formule.

Il résulte de cette formule, que le mouvement du nœud du satellite sur l'orbite de Saturne pendant une de ses révolutions, doit être égal à trois fois la masse du Soleil divisée par le cube de sa distance & multipliée par 90^d , ce qui fait ici $57''$ par révolution, & $4' 28''$ par an, ou $3' 38''$ par rapport aux équinoxes. La masse du Soleil, en prenant celle de Saturne pour unité, est 3333 ; & sa distance à Saturne, en prenant celle du cinquième satellite pour unité est 395 : ce rapport est à peu-près celui de la distance du Soleil à celle de la Lune. Cependant le mouvement des nœuds de la Lune est de 19 d. grés par an ; mais c'est la masse de Saturne cent fois plus grosse que celle de la Terre, qui rend ce mouvement bien moins sensible pour le satellite que pour la Lune ; la Terre la retient avec trop peu de force pour résister à la perturbation du Soleil. Le cinquième satellite est si éloigné des quatre autres, qu'il n'y a point d'apparence qu'ils influent sur son mouvement d'une manière sensible : ainsi la théorie donne lieu de croire que le cinquième satellite de Saturne n'a pas changé sensiblement d'inclinaison sur l'anneau, & j'ai cru devoir en avertir les Astronomes qui ont de forts télescopes. Ceux de Marseille & de Montpellier, où l'on jouit d'un plus beau ciel, auront sur nous un avantage marqué, sur-tout dans les digressions orientales de ce satellite, où il diminue de lumière, au point quelquefois de ne pouvoir être aperçu ;

sur-tout dans ces années-ci, où Saturne s'élève très-peu à Paris. Les nouveaux télescopes qui se font sous la direction de Herschel, & dont un vient d'être envoyé à l'université de Gottingue, & l'autre à Mylord Malborough, nous donnent lieu d'espérer que les satellites de Saturne ne seront plus pour les Astronomes au nombre de ces objets inaccessibles, auxquels la plupart étoient obligés de renoncer, & qu'on pourra déterminer leurs inégalités.

Saturne sera l'année prochaine, fort près du nœud du cinquième satellite sur l'écliptique; ainsi l'on verra le satellite en ligne droite sur une direction inclinée de plusieurs degrés sur la ligne des anses.

Puisque les quatre satellites les plus voisins, tournent dans le plan de l'anneau, il est très-vraisemblable que l'anneau en est la cause, & qu'ils y sont assujettis par la force qu'il exerce en latitude, pour ramener les satellites à ce plan, lorsqu'une force étrangère les en éloigne; c'est ainsi que la Lune présente toujours à la Terre la même face, par la force de la Terre sur le sphéroïde lunaire.

Ainsi vraisemblablement l'action du Soleil ne produit point de mouvement dans les nœuds des quatre premiers satellites; mais le cinquième satellite étant beaucoup plus loin de l'anneau, & différant de 12^d de son plan, la force de l'anneau n'a pas suffi pour y ramener le cinquième satellite, & l'action du Soleil aura tout son effet sur le nœud de celui-ci, quoiqu'elle n'en ait aucun sur les quatre autres.

Il y a aussi une incertitude sur le mouvement du cinquième satellite: dans les Transactions philosophiques de 1718, n.^o 356, abr. IV, 323. M. Pound augmenta de 9 minutes le mouvement annuel, qu'il fit de $7^h\ 6^d\ 32'$. M. Cassini, en 1714, le fit de $7^h\ 6^d\ 27'$ seulement; c'est une nouvelle difficulté qu'on pourra lever par les observations que je propose.

D'après ces réflexions, j'avois écrit à tous les Astronomes qui étoient munis d'assez bons télescopes, à M. Herschel, à Mylord Malborough, & à M. Bernard, correspondant de

Mai 1788.

l'Académie, à Marseille, dont le zèle & l'intelligence m'étoient connus; je l'invitois à profiter de la digression occidentale de ce satellite, dans laquelle il est le plus visible, & qui alloit arriver au commencement de Décembre. Mon attente n'a pas été trompée, & M. Bernard m'envoya d'abord, au mois de Janvier, quatorze positions du cinquième satellite; mais comme le grossissement du télescope n'étoit pas alors assez considérable, je ne les rapporterai pas dans ce Mémoire.

Pour déterminer la quantité dont le satellite étoit éloigné de la ligne des anses, il dispoisoit une lame qui est dans son micromètre, de manière qu'en plaçant le centre de Saturne sur son bord inférieur, cette lame fut sur la ligne des anses; il faisoit remonter ensuite Saturne jusqu'à ce qu'il fût entièrement caché, & lorsqu'il commençoit à paroître, il comptoit le nombre de secondes qu'il falloit pour qu'il parût tout entier; il comptoit aussi le nombre de secondes qui s'écouloient depuis que le satellite paroissoit au-dessous de la plaque, jusqu'à ce que la ligne des anses arrivât au bord de la plaque, & par les temps écoulés, il trouvoit la distance du satellite à la ligne des anses.

Supposons que Saturne emploie 12 secondes à traverser le bord inférieur de la plaque, lorsque ce bord étoit parallèle à la ligne des anses, & que le satellite entre sous la plaque, 11 secondes, avant que la ligne des anses s'y trouve; on en conclut que le diamètre de Saturne étant de douze parties, la distance de Saturne à la ligne des anses, étoit de 11 parties; on ne pouvoit employer une méthode plus sûre & plus facile pour cette observation délicate, & si M. Cassini l'eût employée, il auroit déterminé l'inclinaison bien plus exactement.

C'est ainsi que M. Bernard a fait sur le cinquième satellite une suite d'observations complètes & très-bien d'accord, dans les positions les plus favorables pour déterminer l'inclinaison & le nœud, avec un équipage qui grossissoit plus de six cents fois. Je vais les rapporter avec les conséquences

conséquences que j'en ai déduites ; on y voit d'abord le temps vrai, ensuite le nombre de secondes de temps dont le satellite précédoit ou suivoit Saturne au fil horaire ; enfin la quantité dont il étoit au midi ou au nord de la ligne des anses, le diamètre de Saturne étant supposé de vingt parties.

	TEMPS VRAI à Marseille.	DIFFÉRENCE des pass. entre Υ & le satellite.	DISTANCE à la ligne des anses, le diam. de Υ étant 20.
	H. M.	S.	
1787. Juillet. 19	11. 36	11. occident.	24 $\frac{1}{2}$ au-dessous.
22	11. 37	19.	27.
23	11. 7	21 $\frac{1}{2}$.	27.
24	11. 7	23 $\frac{1}{2}$.	26 $\frac{1}{2}$.
25	11. 27	26.	32.
26	11. 49	28.	26 $\frac{2}{3}$.
27	10. 37	30.	28 $\frac{1}{3}$.
28	10. 30.	31 $\frac{1}{2}$.	33.
Août. 1	10. 42	36 $\frac{1}{2}$.	34.
3	10. 33	38.	45.
4	10. 35	38 $\frac{1}{2}$.	45.
5	10. 53	38 $\frac{1}{2}$.	48.
6	11. 1	38.	44.
7	10. 53	37 $\frac{1}{2}$.	48.
9	10. 37	35 $\frac{1}{2}$.	42.
11	10. 41	32 $\frac{1}{2}$.	36.
12	11. 11	31.	33.
13	11. 7	29.	29.
14	11. 17	27.	27.
22	10. 6	3.	7. au-dessus.
23	9. 13	2.	10.
29	10. 14	17 $\frac{1}{2}$. orientale.	28 $\frac{1}{2}$.
31	9. 50	22.	32.
Sept. 1	8. 20	24 $\frac{1}{2}$.	35.

Mém. 1786.

Bbb

		TEMPS VRAI à Marseille.	DIFFÉRENCE des pass. entre η & le satellite.	DISTANCE à la ligne des anses, le diam. de η étant 10.
		H. M.	S.	
1787. Sept.	3	10. 17	29. orientale.	40. au-dessus.
	7	10. 22	36.	45.
	8	8. 22	37.	45.
	9	8. 8	38.	45.
	12	10. 20	38 $\frac{1}{2}$.	
	13	8. 0	39.	
Octob.	6	7. 18	12. occident.	30. au-dessous.
	9	10. 40	20.	48.
	16	6. 41	33.	61 $\frac{1}{2}$.
	19	10. 58	35 $\frac{1}{2}$.	58 $\frac{1}{2}$.
	20	6. 12	36.	57.
	21	6. 37	36.	55.
	22	6. 25	36.	53.
	25	7. 36	34 $\frac{1}{2}$.	50.

Les observations de M. Bernard ont confirmé ce que Cassini avoit dit sur la diminution de lumière du cinquième satellite, quand il est à l'orient de Saturne : sa lumière s'affoiblit vers sa plus grande digression orientale, au point qu'on a beaucoup de peine à le voir jusqu'après sa conjonction inférieure ; il reprend tout son éclat avant de parvenir à sa plus grande digression occidentale, & on le voit encore bien vers sa conjonction supérieure.

Ayant rapporté toutes les observations sur une grande figure, j'ai d'abord vu que la trace du satellite faisoit avec la ligne des anses un angle de 4 à 5 degrés.

Pour calculer l'observation du 4 Août, j'ai cherché par mes Tables la longitude géocentrique de Saturne 10^h 26^m 38^s : on pourroit en ôter 7^s, d'après les observations de l'opposition de Saturne ; sa latitude 1^d 32' australe, sa distance à la Terre 0,8845, son diamètre 19^{''} 4 ; d'où il suit que la

plus grande distance du satellite devoit être de $9' 23''$, vue de la Terre ce jour-là.

Soit *NBS* (fig. 1), l'orbite du Soleil autour de Saturne, *CSO* l'anneau de Saturne, *NAO* l'écliptique, *ABC* l'orbite du cinquième satellite, *T* le lieu de la Terre, dont la latitude boréale est $1^d 32'$, & la distance *EO* au nœud de l'anneau $20^d 38'$; en résolvant les deux triangles *ETO* & *OTF*, on trouve l'angle *ETF* $29^d 15'$, c'est l'angle de l'écliptique & de l'anneau, & supposant l'inclinaison de l'orbite du satellite sur l'écliptique $24^d 45'$, on a $4^d 30'$ pour l'angle de l'orbite & de l'anneau, ou l'angle que faisoit le grand axe de l'ellipse décrite par le satellite avec le grand axe de l'anneau ou la ligne des anses, c'est l'angle *SDA* (fig. 2). Je me contente de prendre la différence de ces deux angles, parce que la Terre étant dans le nœud du satellite sur l'écliptique, on aperçoit de la Terre toute l'inclinaison de ces deux cercles; l'angle de l'écliptique avec le parallèle à l'équateur étoit dans ce point-là de $19^d 56'$; ainsi l'angle *ADG* de l'anneau & de l'équateur étoit de $9^d 19'$. La différence d'ascension droite fut observée de $38'' \frac{1}{2}$; d'où je conclus que la distance *DG*, parallèlement à l'équateur, étoit $9' 18''$, & *SD* $9' 20'' 3$: on trouve $9' 23''$ par le calcul, ce qui fait voir que la distance du satellite est bien connue. Je trouve aussi que la distance *SA*, du satellite à l'anneau $2 \frac{1}{2}$ diamètre de Saturne, revenoit à $43'' 7$; d'où il suit que l'angle *SDA* étoit de $4^d 27'$; cet angle ôté de l'angle de l'écliptique avec l'anneau $29^d 15'$, donne l'inclinaison du cinquième satellite sur l'écliptique $24^d 48'$.

L'observation du 8 Septembre, faite à l'autre extrémité de l'orbite, m'a donné $24^d 45'$; ces deux quantités diffèrent si peu, qu'on doit être étonné de leur accord.

Les observations du 22 & du 23 Août, m'ont servi à trouver le lieu du nœud. Par exemple, le 22 la longitude de la Terre étoit $4^h 25^m 15^s$, & sa latitude $1^d 34'$, la différence *DL* $72'' 8$, & *HK* $6'' 8$; d'où j'ai conclu *DH* $75'' 3$, *HM* $13'' 1$, & *DM* $74'' 2$ sur le grand axe du satellite: ainsi la distance à la conjonction étoit de $7^d 31'$, & l'ordonnée *HM*,

B b b ij

divisée par le cosinus de cette distance à la conjonction, & par le rayon de l'orbite $9' 27''$, donne la demi-ouverture de l'ellipse que décrivait le satellite, ou l'angle d'élévation de la Terre au-dessus du plan de l'orbite du satellite $1^d 20'$, c'est TG (fig. 1). Or connoissant TG & TE , avec l'angle GAE , qui est l'inclinaison déterminée ci-dessus, il est aisé de trouver AE , ce qui donne le lieu A du nœud $4^f 25^d 3'$ sur l'écliptique, au lieu de $5^f 4^d$ que Cassini trouvoit en 1714. Ainsi la rétrogradation auroit été de 9^d , en supposant exact le calcul de Cassini, mais on va voir qu'elle est beaucoup moindre. L'observation du 23, m'a donné $4^f 25^d 6'$; on est encore étonné de cet accord. Connoissant l'inclinaison & le nœud A du satellite sur l'écliptique, on peut en déduire le nœud B sur l'orbite de Saturne, $4^f 28^d 20'$, & l'inclinaison $B 22^d 42'$; de même que le nœud C sur l'anneau $7^f 5^d 31'$, & l'inclinaison $C 12^d 14'$.

Ces inclinaisons sont fort différentes de celles que Cassini avoit estimées de 15 à 16^d , tant sur l'orbite que sur l'anneau; mais il n'avoit pas un moyen aussi exact de déterminer la distance du satellite à la ligne des anses, d'où dépend toute la précision de ce résultat.

L'inclinaison sur l'anneau seroit mieux déterminée, si le satellite eût été plus près de son nœud sur l'anneau où il ne passera que dans cinq ou six ans; il en est à 68^d sur l'orbite, & voilà pourquoi l'inclinaison qui est de $12^d 14'$, n'a produit cette année que $4^d \frac{1}{2}$ de différence entre les axes de l'orbite & de l'anneau: la tangente de $12^d 14'$ multipliée par le cosinus de 68^d , ne doit donner en effet que la tangente de $4^d 40'$.

Quand j'ai voulu calculer ces observations avec la position des nœuds, déterminée en 1714 par Cassini, j'ai trouvé une difficulté qui naît du passage même où Cassini explique son résultat. Il vit au commencement de Mai 1714, le cinquième satellite décrire une ligne droite qui passoit à peu-près par le centre de Saturne. Saturne étant à 5^d de la Vierge, il en conclut que le plan de son orbite vu de la Terre coupoit l'écliptique à 5^d de la Vierge; d'où il conclut par le moyen de la théorie de cette planète, que

l'interfection du plan de l'orbe du cinquième satellite avec l'écliptique, étoit à 4^d de la Vierge, éloigné vers l'occident, de 17^d des nœuds de l'anneau & des orbes des quatre autres satellites qu'il dit avoir été trouvés à 21^d du même signe (*Mém. 1714, page 374*).

Mais peu de temps après, M. Maraldi trouva par les observations exactes de l'anneau de Saturne, que son nœud étoit à 16^d de la Vierge sur l'écliptique, & non à 21 (*Mém. 1716, page 279*). Ainsi, il peut y avoir 5 degrés d'erreur, dans la supposition que l'intervalle des nœuds soit de 17^d . Pour rectifier cette supposition, je reprendrai l'observation immédiate de M. Cassini, savoir, qu'au commencement de Mai 1714, l'orbite du satellite passoit à-peu-près par le centre de Saturne, & j'en tirerai des conclusions plus exactes.

Je trouve pour le 1^{er} de Mai 1714, que la longitude géocentrique de Saturne étoit à $5^h 4^m 48^s$ avec $2^d 0'$ de latitude boréale. Soit BA l'écliptique (*fig. 3*), BC l'orbite de Saturne, T la Terre dans le plan même CN de l'orbite du cinquième satellite, l'angle N étant de $24^d \frac{1}{2}$, comme je l'ai trouvé. Le côté NA devoit être de $4^d 21'$; ainsi le nœud N du cinquième satellite sur l'écliptique devoit être alors à $11^h 0^m 27^s$; & comme le nœud descendant de l'anneau & des quatre autres satellites étoit à $11^h 16^m 17^s$, il y avoit $15^d 50'$ entre ces nœuds sur l'écliptique.

De-là il suit aussi que l'arc BC étoit de $42^d 59'$, & le nœud du satellite sur l'orbite de Saturne $11^h 4^m 11^s$ avec $22^d 52'$ d'inclinaison; & comme le nœud de l'anneau sur l'orbite étoit à $11^h 19^m 48^s$, il y avoit $15^d 38'$ de différence sur l'orbite de Saturne. Ces résultats sont fort différens de ceux de M. Cassini.

Si l'on suppose que le nœud C du cinquième satellite sur l'orbite, rétrograde de $5^d 50'$ en conservant la même inclinaison sur l'orbite, on trouvera le nœud N sur l'écliptique $10^h 24^m 47^s$, & l'inclinaison N sur l'écliptique $24^d 55'$ au lieu de $24^d 45'$; ainsi cette inclinaison augmente d'une minute tous les sept ans.

La position du nœud que je viens de trouver pour 1714; $11^{\circ} 4' 11''$, diffère de celle qui a lieu en 1787, de $5^{\circ} 51'$; c'est $4' 47''$ par année, au lieu de $3' 38''$ que j'ai trouvées par l'attraction seule du Soleil : je n'avois pas lieu d'espérer cette espèce de conformité, & je ne prétends pas en conclure que les observations & le calcul de la théorie aient même ce degré d'exactitude.

Pour trouver le jour où le satellite devoit passer sur la ligne des anses, il suffit de considérer que la tangente de la distance à la conjonction dans ce cas-là, est égale au sinus de l'ouverture de l'ellipse divisée par la tangente de l'angle que fait le grand axe de l'anneau avec celui de l'orbite du satellite. En effet, si nous supposons que SH (fig. 4) soit le demi-grand axe de l'orbite HBF du satellite & SBE la ligne des anses; soit SF le demi-petit axe de l'orbite, & AB une ordonnée parallèle au petit axe, qui exprime l'ouverture de l'ellipse en ce point-là, & qui est la projection du cosinus de la distance à la conjonction, ou de BF quand le satellite passera en B ; le sinus de la distance à la conjonction, est BC ou SA , & l'ouverture AB est égale au cosinus de cette même distance multiplié par le sinus de l'élevation de la Terre au-dessus du plan de l'orbite, qui règle l'ouverture de l'ellipse. Mais la ligne AB est égale à SA multipliée par la tangente de l'angle BSA que font les deux axes de l'orbite & de l'anneau; ainsi le sinus de la distance à la conjonction multiplié par la tangente de l'angle ASB est égal au cosinus de la distance à la conjonction, multiplié par le sinus de l'ouverture de l'ellipse : donc la tangente de la distance à la conjonction est égale au sinus de l'ouverture divisé par la tangente de l'angle des deux axes.

En effet, le passage du satellite par la ligne des anses est arrivé le 21 Août 1787, comme j'en ai jugé par la figure où j'avois rapporté les différentes observations : or la tangente de la distance à la conjonction $12^{\circ} \frac{1}{2}$, est en effet sensiblement égal au sinus de l'ouverture de l'ellipse 1 degré, divisé par la tangente de l'angle des deux axes qui étoit

$4^d \frac{1}{2}$; & ces trois élémens observés s'accordent avec ma formule qui en donne le rapport.

L'observation du 23 Août étoit si près de la conjonction supérieure du satellite avec Saturne, qu'elle est très-propre à la donner exactement; il n'y avoit que $3^d 2'$ de l'orbite du satellite, ce qui répond à $16^h 4'$; ainsi la conjonction géocentrique est arrivée le 24 à $1^h 17'$ de temps vrai à Marseille, ou $1^h 7'$ temps moyen à Paris, la longitude du satellite vue de Saturne, étant égale à celle de Saturne vue de la Terre, c'est-à-dire, $10^o 25^d 11'$. Mais cette longitude marquée par un plan perpendiculaire à l'orbite du satellite; diffère de celle de Saturne dans la sienne au moment de la conjonction; il faut en ôter la réduction dans le premier quart, & l'ajouter dans le second: ainsi la longitude du satellite dans son orbite étoit $10^o 25^d 26'$. Les Tables de Cassini donnent 8 degrés de plus.

Les observations du 23 Novembre & du 21 Décembre 1786, m'avoient déjà donné un résultat semblable, par deux conjonctions du satellite & de Saturne, l'une qui a précédé, l'autre qui a suivi; car la plus grande digression étoit de $7^o 59''$, à la distance où étoit Saturne $1038''$, & les distances à Saturne $4' 17''$, & $3' 32''$: les arcs dont ces quantités sont les sinus, répondent à peu-près à 8 jours & à 6 jours; mais en les limitant de manière que la demi-revolution soit de 40 jours, on trouve 6 jours deux tiers, & 5 jours & un tiers, & la conjonction inférieure le 16 à 15 heures. Mais, suivant les Tables de M. Cassini, elle a dû arriver le 14 à 12 heures: ainsi il y a eu deux jours & trois heures de retard sur la conjonction, ou $9^d 39'$ de son orbite, dont il faudroit diminuer le mouvement de soixante-douze ans. M. Cassini avoit remarqué dans le cinquième satellite, des inégalités qui paroissent aller jusqu'à 6^d (*Mém. 1716, page 217*). Mais en les supposant telles, il y auroit encore un retard, & par conséquent une diminution à faire sur le mouvement du satellite qui se trouve dans ces Tables.

M. Bernard a aussi observé les quatre autres satellites:

il a trouvé le premier satellite de 12^d en avance sur les Tables de Cassini ; le deuxième de 20 à 22^d en avance ; le troisième de 3 à 10^d en avance ; le quatrième de 0 à 6^d en retard , & le cinquième de 8^d : j'ai trouvé aussi 8^d dans le résultat précédent. Ces différences peuvent venir de l'imperfection des moyens mouvemens dans les Tables ; mais il y en a sans doute une partie qui vient des inégalités réelles des satellites , qu'on ne pourra déterminer que par un grand nombre d'observations faites avec de meilleurs télescopes , & dans des circonstances plus favorables ; car M. Bernard n'a pu observer les satellites intérieurs que vers leurs plus grandes digressions , lorsqu'ils étoient dans la ligne des anses. J'apprends que M. Herschel s'occupe de ces observations , & je ne doute pas qu'il ne nous procure tout ce qui sera nécessaire pour ces calculs ; je vais néanmoins rapporter les observations des quatre premiers satellites , que M. Bernard m'a communiquées.

I. ^{er} Satellite.	{	1787. Sept. 9... $8^h 8'.3'' \frac{1}{2}$ à l'or. sur la ligne des anses. <i>Bonne Observation.</i>
		Déc. 20... 6.44..3. à l'orient sur la ligne des anses.
		Oct. 19... 10.58..4.+ à l'occid. sur la ligne des anses.
		Oct. 26... 7.40..4.+ à l'orient sur la ligne des anses.
		Nov. 6... 6.23.. plus grande digression.
II. ^e Satellite.	{	1788. Janv. 8... 6. 0..4. à l'or. Il étoit au-dessous de la ligne des anses ; s'il eût été sur cette ligne , il auroit eu encore plus de 17^d d'avancement : ainsi cette observation confirme celles qui ont donné 20^d .
III. ^e Satellite.	{	1787. Oct. 6... 10. 8..5" $\frac{1}{2}$ à l'or. au-dessous de la ligne des anses de deux diamètres du satellite environ.
		15... 11. 10..5 $\frac{1}{2}$ à l'or. au-dessus de la ligne des anses de 2 diam. du satellite.
		20... 6. 12..6 $\frac{1}{2}$ à l'or. au-dessus de la ligne des anses.
		22... 6. 25..5 à l'occid. sur la ligne des anses.

Sur le Cinquième Satellite de Saturne

Par M. de la Lande.

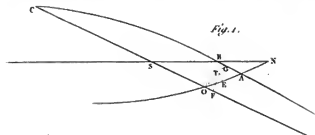


Fig. 1.

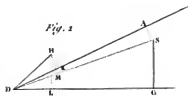


Fig. 2.

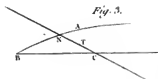


Fig. 3.

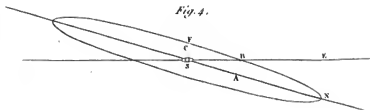


Fig. 4.

IV.^e Satellite.

1786. Juin. 9... 24. 33'... σ inférieure un peu passée.
 Juil. 26... 10. 49... σ avec le bord oc. du globe de 17.
 Août. 11... 11. 20... σ avec l'extrémité occidentale de
 l'anse. *Bonne Observation.*
 18... 10. 48... conjonction avec l'extrémité de
 l'anse. *B. O.*
 Sept. 3... 10. 17... conjonction avec l'extrémité occi-
 dentale de l'anse *B. O.*
 28... 7. 0... conjonc. avec l'extrémité occi-
 dentale, passée de 2 ou 3 diam.
 du satellite.
 Oct. 9... 10. 40... 14. à l'or. sur la ligne des anses. *B. O.*
 21... 6. 37... conjonction avec le milieu de la
 larg. de l'anneau, vers l'occident.

Ces observations annoncent que le quatrième satellite est un peu en retard sur les Tables; mais elles ne donnent pas toutes le même résultat, & cela vient probablement de ses inégalités.

Je terminerai ce Mémoire en rapportant les observations qui servirent à M. Cassini le fils en 1716, pour construire les Tables, & qui pourront servir à les corriger par le moyen des observations précédentes.

			TEMPS		LONGITUDE				
			moyen.		vue de Saturne.				
			H.	M.	S.	D.	M.		
I.	1685.	31 Mars.	10.	19	4.	3.	49		
	1714.	18 Avril.	9.	36	0.	27.	55		
II.	1685.	24 Avril.	8.	38	10.	11.	56		
	1714.	7 Mai.	9.	26	3.	26.	10		
III.	1673.	25 Juil.	12.	6	1.	14.	2		
	1714.	4 Avril.	10.	3	11.	24.	8		
IV.	1659.	14 Mars.	8.	9	0.	29.	37		
	1714.	11 Fev.	10.	15	11.	9.	18		
V.	1673	16 Juil.	12.	5	6.	21.	50		
	1714.	5 Mai.	9.	30	4.	28.	7		

Mém. 1786.

Ccc

SUR L'ÉQUATION DES SATELLITES DE JUPITER,

Dont la période est de quatre cents trente-sept jours.

Par M. DE LA LANDE.

L'ATTRACTION mutuelle des trois premiers satellites de Jupiter produit une équation qui, dans les Tables de mon *Astronomie*, seconde édition, est appelée *équation C*, & qui se rétablit au bout de quatre cents trente-sept jours, parce que les trois satellites se retrouvent à même configuration au bout de cet intervalle de temps.

Le quatrième satellite a aussi une équation qui est appelée dans les Tables, *équation C*; mais celle-ci dépend de l'excentricité de son orbite, & non de l'attraction des autres satellites; ainsi, elle n'a rien de commun avec les équations *C* employées pour les trois satellites intérieurs.

Pour trouver celles-ci dans un jour donné, on corrige l'argument, ou le nombre *C*, à raison de l'inégalité du mouvement de Jupiter; il ne s'ensuit pas qu'on doive faire la même chose pour le quatrième; c'est cependant ce qu'on a pratiqué dans des calculs qui sont d'ailleurs d'une très-grande exactitude: cela produisoit 6 minutes de différence sur les temps des éclipses en 1778; & cette correction rendoit le calcul plus éloigné de l'observation; il étoit donc nécessaire d'examiner le principe de cette correction: on verra dans les réflexions suivantes, comment elle doit s'employer, & pourquoi on l'applique à l'argument de l'équation dans les trois premiers satellites; & quelle est la cause de cette correction employée dans les Tables par M. Wargentin.

La correction dont il s'agit, s'applique au nombre *B* qui sert à trouver l'équation de la lumière, & qui est la distance

de Jupiter à sa conjonction : elle vient de l'excentricité de Jupiter, & par conséquent sa période est de douze ans ; mais ici elle est d'un signe contraire ; & quand la correction du nombre *B* est nulle , celle du nombre *C* est la plus grande : voici comment M. Wargentin s'en est assuré.

Le mouvement du premier satellite paroît accéléré dans ses conjonctions & ses oppositions avec le second ; & il paroît retardé dans les quadratures ; mais le second paroît le plus retardé dans ses conjonctions , & accéléré dans ses oppositions au premier ; du moins c'est ainsi que M. Wargentin représentoit leur inégalité dans les Mémoires de l'Académie d'Upsal pour 1743.

Il falloit donc rechercher les momens de leurs conjonctions dans l'ombre de Jupiter , & de leurs oppositions quand un des deux étoit au milieu de l'ombre , pour trouver les époques du nombre *C* qui devoit indiquer l'inégalité de chacun de ces deux satellites.

Ayant calculé un grand nombre de ces conjonctions & de ces oppositions , on doit trouver , en supposant le nombre *C* uniforme & sans correction , une valeur de ce nombre , comme 250 , qui indiquera toujours exactement les oppositions du second satellite au premier dans le temps des éclipses du second : de même le nombre 750 du premier devra indiquer aussi exactement les conjonctions avec le premier dans l'ombre de Jupiter.

Mais au lieu de cette uniformité , il se trouve que le nombre *C* est plus fort de 30 ou 31 parties, quand Jupiter est à 3 signes d'anomalie , que quand il est à 9 signes ; ainsi il est prouvé par les observations même , qu'il faut corriger le nombre *C* , sans quoi il n'indiqueroit pas exactement les temps des conjonctions des deux satellites intérieurs entre eux aux temps de leurs éclipses.

La cause de cette correction du nombre *C* , se reconnoît aussi par la nature des inégalités des deux premiers satellites dans leurs retours par rapport à Jupiter.

Lorsque les équations du premier & du deuxième, qui

Ccc ij

dépendent de l'anomalie de Jupiter, sont les plus grandes, celle du second est plus forte de 40' de temps que celle du premier; il en résulte une différence en plus & en moins de 40' de temps, ou de $1^h 20'$ si l'on compare les cas extrêmes; c'est-à-dire, que le second, arrivant au milieu de l'ombre, est avancé de cette quantité par rapport au premier satellite, plus dans une des moyennes distances de Jupiter que dans l'autre. Pour atteindre le second au milieu de l'ombre, il faut environ quatorze jours; car sept révolutions du premier sont $12^j 9^h 20' 12''$, & $3\frac{1}{2}$ révolutions du second sont $12^j 10^h 32' 38''$, c'est-à-dire, $1^h 12' 26''$ de plus. Huit révolutions du premier sont $14^j 3^h 48' 48''$, & quatre révolutions du second sont $14^j 5^h 11' 35''$, ou $1^h 22' 47''$ de plus, ce qui excède un peu la distance des deux satellites à leur conjonction, trouvée ci-dessus de $1^h 20'$. Le premier doit donc faire un peu moins de huit révolutions avant d'atteindre le second; mais dans ces quatorze jours, le nombre C augmente de 32; ainsi la correction de ce nombre C doit être un peu moindre que 32, c'est-à-dire, de 30. ou 31, depuis une distance moyenne de Jupiter jusqu'à l'autre.

On pourroit se passer de la correction du nombre C pour le premier satellite; elle ne produit que 15 à 20" de temps; dans ce cas, il faudroit augmenter les époques de 15", qui est ce qu'on a été pour rendre la correction toujours additive; mais pour le second satellite, il en résulteroit des erreurs d'une minute & demie.

Le nombre C du troisième satellite exige la même correction; mais comme l'équation C n'est que de $2'\frac{1}{2}$, & ne varie jamais que de 30" pour 30 parties du nombre C , l'effet pourroit encore se négliger.

A l'égard du quatrième, l'équation C ne provenant point de la configuration des autres satellites, les raisons que je viens de donner, ne peuvent s'y appliquer; l'effet de l'équation de Jupiter est déjà corrigé par l'équation A ; celui de l'excentricité du quatrième satellite, est calculé sur son anomalie moyenne qui est uniforme, & non sur

l'anomalie vraie qui exigeroit une correction du nombre C , ainsi l'on ne doit point y employer de correction ; voilà pourquoi les erreurs des Tables augmentoient quand on ajoutoit cette quantité au nombre C du quatrième satellite, comme on le pratiquoit dans le *Nautical almanach*, la plus parfaite de toutes les Éphémérides.

Au reste, nous pouvons espérer que bientôt les équations de 437 jours qui sont l'objet de ce petit Mémoire, seront encore mieux connues ; elles dépendent de plusieurs attractions qu'il faudra considérer séparément. M. de la Place & M. de Lambre s'en occupent actuellement (*Juillet 1788*) ; & nous devons tout attendre des efforts réunis du Géomètre & de l'Astronome à qui nous devons déjà les meilleures Tables de Jupiter & de Saturne.

En attendant, je me propose de faire voir dans un autre Mémoire, que l'équation empirique de treize ans, employée par M. Wargentin dans les Tables du troisième satellite, n'est pas nécessaire pour représenter à 3 ou 4 minutes près les observations de ses éclipses ; & qu'on peut se contenter de l'équation de 437 jours avec celle de 12 ans, qui dépend de l'excentricité de son orbite ; mais il faut pour cela employer dans le calcul des observations, les lieux de Jupiter observés, ou calculés sur des Tables qui soient exactes.



SUR LES ÉQUATIONS SÉCULAIRES DU SOLEIL ET DE LA LUNE.

Par M. DE LA LANDE.

LE mouvement du Soleil ou de la Terre est uniforme; nous avons lieu de le croire par l'égalité des résultats que donnent toutes les observations anciennes & modernes (*Mém. de l'Acad. 1782*); mais la durée de l'année doit paroître inégale, à cause de deux inégalités qu'il y a dans la précession des équinoxes (*Mém. 1780, p. 311*), & cette inégalité doit entrer dans nos Tables du Soleil, si l'on veut y mettre toute la précision dont elles sont susceptibles.

L'équation séculaire qui exige cette considération, est bien différente de celles qu'on employoit dans les Tables de Jupiter & de Saturne; on les supposoit produites par une force accélératrice constante, en vertu de laquelle les espaces parcourus sont proportionnels aux carrés des temps; mais dans le cas dont il s'agit ici, le mouvement réel du Soleil étant supposé constant, son mouvement par rapport aux équinoxes, ne peut changer que par le mouvement des équinoxes même, qui augmente uniformément de 1",294 par siècle. Pour faire ce calcul, je supposerai la masse de Vénus telle que je l'ai conclue de plusieurs phénomènes (Voyez ci-après le Mémoire sur la masse de Vénus, *page 398*); d'après cela, je trouve à-peu-près 50" pour la diminution séculaire de l'obliquité de l'écliptique. Voici la formule de l'action des Planètes pour déplacer l'écliptique dans ce siècle, ou pour changer sa latitude & la longitude d'une étoile.

Par l'action de	Saturne	1"39 sin. long.	—	0,53.	cos. long. Étoile,
	Jupiter	15"86.....	—	2,11.	
	Mars	1"03.....	+	0,95.	
	Vénus	30"88.....	+	8,87.	
	Mercuré	0"84.....	+	0,85.	
		50"00 sin. long.	+	8,05.	cos. long.

J'ai fait voir que chacun de ces effets est exprimé par $M \sin. I \cos. D$, en nommant M le déplacement de l'écliptique sur l'orbite de chaque planète, I son inclinaison, D la distance entre l'étoile & le nœud mesurée le long de l'écliptique (*Mém.* 1758, page 361) ; ainsi $M \sin. I$, est ici de 16" pour Jupiter, & 32"13 pour Vénus, & ces quantités multipliées par le cosinus & le sinus de la longitude du nœud de la planète, donnent les termes correspondans à la formule précédente.

Mais comme les effets de Jupiter & de Vénus sont très-forts, ils doivent changer sensiblement par le déplacement des nœuds. J'ai trouvé le mouvement du nœud de Jupiter 37", & celui de Vénus 31" par les observations ; ainsi, en les supposant uniformes, il faut ôter pour dix-sept cents ans, 17^d 28' du nœud de Jupiter, & 14^d 38' de celui de Vénus. On peut négliger le changement pour les autres planètes, mais pour Jupiter & Vénus, la différence est sensible, & la formule précédente devient 46"66 $\sin.$ longitude, & 20"41 $\cos.$ long. pour le premier siècle de notre ère. Le second terme 8"03, ou 20"41, multiplié par la cotangente de l'obliquité de l'écliptique pour chaque siècle, donne 46"6 pour le premier, & 18"5 pour le dix-huitième ; c'est le changement de précession produit par les attractions des planètes, ainsi la précession observée dans ce siècle-ci, étant de 1^d 23' 45" (*Mém.* 1781), elle étoit plus petite autrefois.

Cette variation de 28"1, doit être augmentée de 8"8, à cause de la diminution de l'obliquité de l'écliptique (*Mém.* 1780, p. 311), & l'on a 36". pour la diminution effective en dix-sept cents ans, ou 2"17 pour chaque siècle ; ainsi entre l'année 800 avant l'ère vulgaire & l'année 700, le mouvement des équinoxes ne dut être que 1^d 22' 50"75 ; entre 1700 & 1800 il est de 1^d 23' 45". De même le mouvement séculaire du Soleil étoit de 45' 5"7, tandis qu'il est aujourd'hui de 46'. On voit dans la Table suivante, la quantité de la précession pour chaque siècle, ainsi que le mouvement du Soleil.

Je suppose que le mouvement du Soleil dans ce siècle, soit 46' 0" outre les cent révolutions complètes, c'est ce que donne la durée de l'année que j'ai trouvée de 365^j 5^h 48' 48" (*Mém.* 1782). La précession étant 1^d 23' 45", il s'ensuit que le mouvement séculaire propre & sidéral du Soleil est 1^d 29^d 22' 15". Si l'on ajoute à cette quantité constante les autres précessions contenues dans la quatrième colonne de la Table suivante, pour divers siècles, on aura le mouvement du Soleil pour chacun, tel qu'il est dans la troisième colonne. La somme des différences entre ces mouvemens & celui qui a lieu actuellement, forme l'équation séculaire que j'ai mise dans la seconde colonne. Cette équation séculaire est de 11' 45" pour l'an 800 avant notre ère.

En effet, si le mouvement étoit supposé de 46' 0" pendant les vingt-six siècles, on trouveroit pour l'an 800, 37" de moins pour le mouvement séculaire. Le mouvement en vingt-six siècles est plus petit de 11' 45", qu'il ne seroit si la précession étoit constante; le mouvement plus petit donne une longitude plus grande. Il faut donc ajouter toutes ces diminutions à la longitude calculée par les Tables du mouvement uniforme, pour avoir celle qui se trouve en changeant pour chaque siècle le mouvement moyen du Soleil. Cette équation séculaire est 2" 17 pour un siècle, mais elle est triple au bout de deux siècles, puisque l'on a 2" 17 pour le premier, & 4" 34 pour le second. Elle augmente donc suivant les nombres 1, 3, 6, 10, &c., qui sont les sommes des nombres naturels 1, 2, 3, 4 &c. exprimées pour un nombre n de siècles par la formule $\frac{n(n+1)}{2}$.

M. Euler avoit déjà donné une Table de la précession pour divers siècles; mais alors on ne connoissoit pas les masses des Planètes. A l'égard de l'équation séculaire que j'établis ici, on ne s'en étoit point encore occupé.

TABLE

TABLE de la précession & du mouvement du Soleil
à chaque siècle, & de l'équation séculaire du Soleil.

ANNÉES avant notre ère.	ÉQUATION séculaire, additive.	MOUVEMENT séculaire du Soleil.	PRÉCESSION séculaire.	NOMBRE d'années, avant 1700.
	M. S.	M. S.	D. M. S.	
800.	11. 45,2	45. 5,7	1. 22. 50,7	2500.
700.	10. 51,0	45. 7,9	1. 22. 52,9	2400.
600.	9. 58,9	45. 10,1	1. 22. 55,1	2300.
500.	9. 9,0	45. 12,3	1. 22. 57,3	2200.
400.	8. 21,3	45. 14,4	1. 22. 59,4	2100.
300.	7. 35,7	45. 16,6	1. 23. 1,6	2000.
200.	6. 52,3	45. 18,8	1. 23. 3,8	1900.
100.	6. 11,1	45. 20,9	1. 23. 5,4	1800.
0.	5. 32,0	45. 23,1	1. 23. 8,1	1700.
après notre ère.				
100.	4. 55,1	45. 25,3	1. 23. 10,3	1600.
200.	4. 20,4	45. 27,4	1. 23. 12,4	1500.
300.	3. 47,8	45. 29,6	1. 23. 14,6	1400.
400.	3. 17,5	45. 31,8	1. 23. 16,8	1300.
500.	2. 49,3	45. 34,0	1. 23. 19,0	1200.
600.	2. 23,2	45. 36,1	1. 23. 21,1	1100.
700.	1. 59,3	45. 38,3	1. 23. 23,3	1000.
800.	1. 37,6	45. 40,5	1. 23. 25,5	900.
900.	1. 18,1	45. 42,6	1. 23. 27,6	800.
1000.	1. 0,8	45. 44,8	1. 23. 29,8	700.
1100.	0. 45,6	45. 47,0	1. 23. 32,0	600.
1200.	0. 32,5	45. 49,1	1. 23. 34,1	500.
1300.	0. 21,7	45. 51,3	1. 23. 36,3	400.
1400.	0. 13,0	45. 53,5	1. 23. 38,5	300.
1500.	0. 6,5	45. 55,7	1. 23. 40,7	200.
1600.	0. 2,2	45. 57,8	1. 23. 42,8	100.
1700.	0. 0,0	46. 00,0	1. 23. 45,0	
1800.	0. 0,0			

Mém. 1786.

Ddd

Dans les Tables du Soleil, il y en a une du mouvement pour les années (*Table III, p. 7*), où le mouvement est $45' 55'' 6$ par siècle, ce sera $46' 0''$ dans la prochaine édition; mais ce mouvement devoit être différent pour l'avenir & pour le passé : il faudroit le diminuer de $2'' 17$ pour chaque siècle passé, à partir de 1700, & l'augmenter d'autant pour chaque siècle à venir, à compter de 1800. J'ai marqué dans la cinquième colonne, le nombre d'années avant ou après notre siècle, qui répondent à chaque correction indiquée dans la seconde colonne; pour sept cents ans, on trouve $1' 0'' 8$, c'est ce qu'il faudroit ajouter au mouvement d'ici à 700, ou en ôter sept cents ans avant ce siècle. Dans les deux cas il faut ajouter cette équation à la longitude calculée par le mouvement uniforme $46' 0''$. Mais il est inutile de déranger pour cela l'uniformité de nos Tables des moyens mouvemens, en y faisant entrer cette correction; on y supplée par l'équation séculaire; d'ailleurs, la différence n'est pas assez sensible, elle n'est pas même encore assez certaine : la valeur que j'emploie pour cette équation, est fondée sur la masse que j'attribue à Vénus, & celle-ci vient de la diminution séculaire de l'obliquité de l'écliptique, que j'ai jugée de $50''$ d'après les observations. Si celles qu'on fera dans la suite, la font trouver plus grande ou plus petite, notre équation séculaire changera. En attendant, il est très-facile d'ajouter cette équation aux longitudes que l'on calcule pour des siècles éloignés, sans changer l'uniformité de la Table des moyens mouvemens.

L'équation séculaire de la Lune, n'est pas de même espèce que celle du Soleil; Halley, Mayer, Dunthorn & moi, dans les *Mémoires de 1757, page 430*, avons cherché la valeur de cette équation, en supposant qu'elle suit la proportion du carré destemps : on ignoroit la cause de cette accélération. M. de la Grange ne trouvoit pas qu'elle pût venir de l'attraction solaire (*Mém. de Berlin, 1782*); M. l'abbé Bossut l'attribuoit à la résistance de la matière éthérée (*Prix de 1762, tome VIII des pièces des Prix*); & M. de la Place avoit trouvé qu'on pourroit l'expliquer par le temps qu'il faut à l'attraction de

la Terre pour arriver jusqu'à la Lune (*Mém. Sav. Étr. tome VII, 1773, page 181*). La quantité a été déterminée par Mayer, d'un degré pour deux mille ans ou pour l'an 300 avant l'ère vulgaire, ce qui fait 9" pour le premier siècle, à partir de 1700. Il n'avoit mis que 7" dans ses premières Tables en 1753. Dunthorn trouve 10" (*Philos. Transf. 1749*). J'ai trouvé à-peu-près la même chose dans le Mémoire cité. Mais depuis ce temps-là on a continué d'observer la Lune, & j'ai rapporté dans mes Éphémérides (*tome VIII, p. xcix*) soixante-sept observations de M. d'Agelet, faites en 1781, propres à déterminer le mouvement actuel de la Lune. M. Darquier a publié mille observations de la Lune, faites de 1761 à 1781, comparées avec les tables, par M. Méchain; & M. Carouge trouve que par un milieu entre toutes les erreurs, il y auroit 15" à ôter pour 1770 des époques des tables. M. de Lambre a trouvé 12" à ôter pour 1781, par les observations de M. d'Agelet. Ces deux résultats indiquent également un mouvement trop fort dans les tables de Mayer; ainsi le mouvement de la Lune paroît être actuellement plus petit d'environ 26" par siècle, que Mayer ne l'a fait, ou de 10' 7" 53' 9" au lieu de 35". En diminuant ainsi le mouvement séculaire, on diminue l'accélération; il faut donc diminuer l'équation séculaire, qui ne sera plus d'un degré en deux mille ans, mais de 51' 20", ce qui fait 7" 7 pour le premier siècle, en supposant qu'elle augmente comme le carré des temps. Mais on la trouvera plus forte en augmentant les époques du Soleil qui sont dans les tables de Mayer, pour l'an 720 avant notre ère, soit d'après mon Mémoire sur la durée de l'année (*Mém. 1782*), soit d'après l'équation séculaire que j'ai établie ci-dessus; car il faut augmenter de tout cela l'accélération que l'on trouvoit par les anciennes observations.

Enfin, M. de la Place a annoncé à l'Académie, le 19 Décembre 1787, que la diminution de l'équation du Soleil, qui est de 19" par siècle, devoit produire une équation séculaire dans le mouvement de la Lune, & il donne 11" 135 pour le premier siècle, à partir de 1700; cela

fait $1^d 46' 51''$ pour l'année 700 avant J. C. & ne diffère que de quelques minutes de ce que donnent les observations Babylonniennes; mais elles ne comportent pas une bien grande exactitude, comme on en peut juger par ce que j'en ai rapporté (*Mém. 1757, p. 429*). Il est dit que la Lune commença à être éclipsée une heure bien entière (*ἕξ ὥραις παρὰ ἡλίου*) après son lever. D'après cette indication, obligés de supposer tout le reste, nous pouvons bien courir les risques de nous tromper de 10 à 12' sur le lieu de la Lune tiré de l'observation.

D'un autre côté; la diminution séculaire de l'équation du Soleil, que je suppose $19'' 17$, renferme $4'' 94$ pour l'effet de Mars (*Mém. de Berlin, 1782*); mais la masse de Mars n'est connue que par conjectures, ainsi il peut y avoir encore 10 à 12' de doute sur la quantité d'accélération que fournit la théorie pour les observations éloignées: nous sommes donc obligés des deux côtés de rester dans les bornes de cette incertitude, que des observations exactes pourront lever dans la suite.

M. de la Place ajoute encore à cette équation séculaire un terme $0'' 044$, qui croît comme le cube des temps, & qui diminue de 10' l'équation séculaire pour deux mille quatre cents ans. Elle augmente l'équation séculaire après 1700, mais elle la diminue pour les siècles antérieurs, parce que le cube d'une quantité négative est négatif, quoique son carré soit positif. Cette nouvelle équation, que la théorie seule pouvoit faire connoître, est un nouvel avantage des recherches de M. de la Place.

Si l'on supposoit le mouvement de la Lune parfaitement connu pour ce siècle-ci, il faudroit encore ajouter à la longitude de la Lune, pour les siècles éloignés, l'équation séculaire que j'ai donnée pour le Soleil, & qui provient du mouvement des équinoxes; mais comme les observations anciennes ne nous font connoître le mouvement de la Lune que par le moyen de celui du Soleil, nous pouvons supposer que l'équation séculaire des équinoxes pour la

Lune, est confondue sensiblement dans celle dont nous avons parlé.

Le mouvement moyen qui a lieu actuellement, n'est donc pas celui qu'on trouvera quand le changement de l'équation du Soleil aura fait changer en un retardement, ce qui paroïssoit jusqu'à présent une accélération de la Lune, mais il suffit pour l'usage actuel de l'Astronomie. Dans les nouvelles Tables publiées en Angleterre en 1787, les époques ont été déjà diminuées de 3", ainsi il ne reste que 9" à ôter; mais pour 1791 il y aura 2",6 de plus en excès, & 1",7 de moins pour l'accélération; ainsi pour 1791, ces Tables, dont on se sert dans les calculs du *Nautical almanac*, donneront 10" de trop pour les longitudes de la Lune, en y comprenant l'erreur sur l'époque de 1781, celle de l'accélération & celle du moyen mouvement pour dix ans. C'est ce que je me propose de vérifier encore par un plus grand nombre d'observations.



SUR LA MASSE DE VÉNUS,
ET SUR
LA VALEUR DES ÉQUATIONS DU SOLEIL,
Produites par Vénus & par la Lune.

Par M. DE LA LÂNDE.

LES inégalités du mouvement apparent du Soleil sont un objet important pour l'Astronomie, puisque les Tables du Soleil nous servent continuellement pour calculer nos observations. M. de la Caille nous a laissé des Tables excellentes, dont tous les points furent approfondis & discutés avec un soin extrême; il y fit entrer les perturbations calculées en 1757, par M.^{rs} Euler & Clairaut, pour les attractions de Jupiter, de Vénus & de la Lune; mais les deux dernières avoient été calculées avec des masses qui paroissent défectueuses, & je vais tâcher d'y suppléer.

Les passages de Vénus sur le Soleil ont rectifié nos connoissances sur la masse du Soleil, & elle se trouve beaucoup plus grande qu'on ne croyoit: au lieu de 169282 que Newton avoit supposé, je l'ai trouvée 351886 fois celle de la Terre; c'est plus du double, & cela seul doit diminuer les inégalités dont il s'agit.

La Masse de Vénus est inconnue, parce que rien ne nous indique sa densité; M. Euler supposoit les densités proportionnelles à la racine des moyens mouvemens; M. de la Grange les suppose en raison inverse des distances, (*Mém. de Berlin, 1782*). Mais ce sont-là des hypothèses, puisqu'on ne connoît aucune cause physique d'une pareille loi, & que d'autres phénomènes indiquent une densité moindre pour Vénus, & plus grande pour Herschel.

Les recherches que j'ai faites sur l'obliquité de l'écliptique

(*Mém. de l'Académie, 1780*), donnent une masse trois fois moindre que celle dont M. de la Grange fait usage. J'ai fait voir dans le même Ecrit, que l'apogée du Soleil donnoit moins de précision : mais après être revenu sur cette partie, j'ai reconnu que ce mouvement même donne encore pour Vénus une masse plus petite d'un tiers que celle de M. de la Grange ; & qu'au lieu de faire la masse de Vénus 1,31, celle de la Terre étant prise pour unité, il faut prendre 0,87. En effet, l'apogée du Soleil déterminé par les observations de la Hire, que M. de la Caille a discutées avec soin, étoit en 1684 à $3^{\circ} 7' 28''$, Flamsteéd pour 1690, donne $3^{\circ} 7' 35''$. Si l'on compare ces deux positions avec celle que M. de Lambre a trouvée pour 1780, $3^{\circ} 9' 8'' 20''$, on a le mouvement annuel $62'' 7$, & $61'' 55$; le milieu est $61'' 86$, & je ne crois pas que les observations de Waltherus & de Cocheouking dont la Caille s'est servi quand il a fait ce mouvement de $65''$, soient aussi concluantes que celles-ci.

Or par la théorie, M. de la Grange trouve le mouvement annuel de l'apogée $63'' 6$, dont $5'' 2$ sont dûes à l'action de Vénus, & il en faut donc ôter $1'' 8$ pour avoir $61'' 8$, c'est-à-dire, environ un tiers du total ; ainsi le mouvement même de l'apogée exige que l'on diminue d'un tiers la masse de Vénus, que M. de la Grange a supposée 1,31, & qu'on la réduise à 0,87 de celle de la Terre.

Le mouvement de l'aphélie de Mercure que j'ai trouvé de $56'' \frac{1}{4}$, exige qu'on la diminue d'un cinquième.

Le mouvement du nœud de Mercure qui est fort bien déterminé par les passages sur le Soleil, & qui est de $43'' 3$ par année, exige que la masse soit réduite à 0,82 de celle de la Terre.

L'équation du Soleil produite par Vénus, telle que M. de Lambre l'a déduite des observations de M. Maskelyne $10'' 6$ pour le *maximum*, supposeroit la masse un peu plus grande même que dans M. de la Grange, ou 1,45

de celle de la Terre ; mais suivant les calculs de M.^r Fuff & Lexell, elle donne la masse de Vénus égale à celle de la Terre.

Le mouvement du nœud de Venus 3 1" par an, suppose la masse à-peu-près comme dans M. de la Grange ; mais ces deux déterminations ne sont pas si sûres que les autres.

Si l'on prend un milieu entre ces six résultats, on trouvera pour cette masse de Vénus 0,92 de celle de la Terre, c'est-à-dire, $\frac{7}{8}$ de celle que M. de la Grange a admise.

Si l'on suppose la diminution de l'obliquité de l'écliptique d'une demi-seconde par an, comme fait M. Maskelyne, on aura la masse de Vénus 0,95, de celle de la Terre, ou 0,73 de celle que M. de la Grange a supposée.

M. Clairaut trouvoit pour les équations du Soleil par l'action de Vénus, les quantités suivantes (*Mém.* 1754, page 556), nommant t le lieu héliocentrique de Vénus moins celui de la Terre, & supposant la masse du Soleil 169228 fois celle de la Terre, & celle-ci 1,117 par rapport à celle de Vénus.

$$+ 10'' \sin. t - 11''.5 \sin. 2t - 1''.4 \sin. 3t - 0''.4 \sin. 4t$$

Suiv. la Caille, 8,2 9,5 1,2 0,3 *Mém.* 1757, page 130.

La somme de ces équations produit jusqu'à 18"3 pour quatre signes d'argument.

C'étoit en comparant ces observations avec le calcul des Tables, que la Caille trouva qu'il falloit diminuer d'un quart les équations données par Clairaut ; mais on sent qu'il étoit difficile de déterminer des quantités de 18" par des observations qui comportent des erreurs de la même quantité ; cette somme de 18" fut réduite à 15" dans ses Tables.

Si l'on préfère d'employer la théorie, en prenant la masse de Vénus par rapport au Soleil, qui résulte des calculs précédens, son logarithme est 4,41626 ; pour celle du Soleil par rapport à la Terre, le logarithme est 4,45360, ce qui donne 0,92 pour la masse de Vénus par rapport à la

à la Terre ; & on trouve pour les deux premières équations , $5''^2$, & $6''^0$, & l'inégalité totale se réduit à $9''^5$, au lieu de $15''^2$ qu'on trouve dans les tables de la Caille. Mayer n'employoit que $6''$; & quoiqu'il eût emprunté des tables de la Caille ses principaux élémens , comme il le dit lui-même (*page 51 de sa Méthode des Longitudes*) , il avoit changé celui-là avec raison ; mais s'il avoit fait cette diminution , c'est que même avant le passage de Vénus ; il faisoit la parallaxe du Soleil plus petite que les Astronomes , & cela d'après la théorie de la Lune.

M. de Lambre , qui a comparé beaucoup d'observations de M. Maskelyne dans les cas extrêmes , portoit la plus grande somme des équations jusqu'à $10''^6$; & cela supposeroit la masse de Vénus $1,45$, encore plus grande que la masse adoptée par M. de la Grange. Dans les *Éphémérides* de Berlin , pour 1782 , *page 116* , on voit que M. de la Grange prenoit un milieu entre les tables de Mayer & celles de la Caille , ou entre $15''^2$ & $6''^0$, ce qui donnoit la plus grande somme $10''^6$; on peut conserver cette valeur de $10''^6$, puisque les observations paroissent la confirmer. D'ailleurs , M. Lexell trouve aussi $10''^6$ en supposant la masse de Vénus égale à celle de la Terre ; la masse $0,92$ que j'ai trouvée par un milieu entre les six déterminations , donne $9''^7$ pour l'équation , d'après les calculs de M. Fuss & de M. Lexell , qui sont d'accord à cet égard , au lieu de $8''^5$ que donneroient les formules de Clairaut , & c'est une confirmation intéressante de la plus grande équation que M. de Lambre a déduite des observations ; car la différence entre $9''^7$ & $10''^6$ est bien petite.

M. de la Place , en 1788 , a trouvé $+ 5''^3$ sin. $1 - 6''^0$ sin. $2 t - 0''^7$ sin. $3 t - 0''^2$ sin. $4 t$; il suppose la masse de Vénus qui donne $50''$ de diminution pour l'obliquité de l'écliptique.

En employant $10''^6$ d'équation , la correction du logarithme de la distance qui alloit jusqu'à 14 , se réduiroit à dix parties , suivant la table de la Caille & la théorie de

Mém. 1786.

Ecc

Clairaut; or M. Lexell trouve 23 pour la distance 100000, ce qui fait 10 pour le logarithme, en réduisant la masse de Vénus à 0^o92 (*Mém. de l'Acad. de Pétersbourg*, 1779, *partie II*, page 390). Ainsi cette table diffère peu de celle que j'avois employée dans mon *Astronomie*, où la correction étoit 14. M. Lexell, d'après les difficultés que j'avois proposées, a encore plus approfondi cette matière que Clairaut ne l'avoit fait; & les calculs de M. Fuss approchent beaucoup de ceux de M. Lexell; car M. Fuss trouve 25^o7, & 11 sur le logarithme, au lieu de 23 & 9, en sorte qu'il a trouvé par un travail suivi, & une méthode différente, que la théorie de Clairaut étoit exacte; enfin M. de la Grange a eu le même résultat (*Mémoires de Berlin*, 1784, page 238).

Je me suis donc contenté de diminuer de $\frac{1}{10}$ les nombres que j'avois employés dans mon *Astronomie*, en les multipliant par $\frac{7}{10}$ pour former une nouvelle Table qui revient à cette formule — 2,5 cos. $t + 7$; 4 cos. $2t + 1$, 1 cos. $3t + 0$, 4 cos. $4t$; elle se déduit facilement de l'expression que Clairaut donne, page 555, $\frac{P}{M} (2,2314 \text{ cos. } t - 6,5360 \text{ cos. } 2t - 1,0270 \text{ cos. } 3t - 0,03586 \text{ cos. } 4t)$ il faut mettre pour $\frac{P}{M}$ la valeur des masses que j'ai donnée plus haut, multiplier par la moyenne distance de Vénus en parties de celle du Soleil, on a les équations des distances; les variations des logarithmes sont $\frac{1}{10}$ de celles des nombres naturels, avec mêmes quantités de chiffres; ainsi il est aisé d'en déduire les corrections des logarithmes. J'ai changé les signes, parce que la formule donne la distance vraie, & que l'unité divisée par la distance, donne un signe contraire.

L'ÉQUATION LUNAIRE du Soleil, suivant Mayer, est de 8" dans son plus grand effet; c'est à-peu-près la même quantité que dans la Caille, qui la faisoit de 8^o5. Euler la supposoit de 15" dans ses premières Tables, imprimées avec les *Opuscules* en 1746; Clairaut trouvoit, pour les

équations produites pour la Lune, les quantités suivantes (*Mém. 1754, page 536*); nommant t la longitude de la Lune moins celle du Soleil, & z l'anomalie moyenne du Soleil $+ 12'' \sin. t + 2''9 \sin. (t + z) - 2''7 \sin. (t - z)$; il employoit alors la masse de la Terre par rapport au Soleil, comme Newton, la parallaxe du Soleil de $10''$, & la masse de la Lune $\frac{1}{47}$ de celle de la Terre. En comparant les observations de la Caille avec le calcul, il réduisit à $7''7$ la première équation; les autres à $1''8$ & $1''7$, comme il paroît en décomposant la Table, & comme il le dit (*Mém. de l'Acad. 1757, page 136*): ce qui supposoit la masse de la Lune $\frac{1}{67}$, celle de la Terre restant la même; mais les résultats varioient depuis $1''$ jusqu'à $13''$ (*page 558*).

Pour vérifier cet élément de la masse lunaire, j'ai comparé un grand nombre d'observations sur les marées de Brest, rassemblées dans mon *Traité du flux & du reflux de la mer*; elles m'ont donné 18 pieds 3 pouces pour les marées moyennes des syzygies, & 8 pieds 5 pouces pour les quadratures. Ainsi l'effet de la Lune est de 13 pieds 4 pouces, & celui du Soleil 4 pieds 11 pouces. Ces quantités me paroissent trop bien vérifiées pour laisser quelque doute sur l'équation que nous cherchons; elles donnent 2,712 pour la force de la Lune, qui, multipliée par le cube de $\frac{8^6}{57}$ rapport des parallaxes du Soleil & de la Lune, exprime la masse de la Lune par rapport à celle du Soleil; j'en ai conclu $\frac{1}{68}$ par rapport à la Terre. Cela diffère peu de la fraction employée par Clairaut: aussi je trouve $7''5$ pour la première équation; $1''8$ & $1''7$ pour les autres. Dans les tables de la Caille, il y avoit $7''7$, $1''8$ & $1''6$; la différence est insensible, & ne vaudroit pas la peine de changer la Table.

En employant la formule de M. d'Alembert (*Recherches sur divers points, &c. partie II, page 8; Mém. 1757, page 137*), on a la première ou la plus grande équation, égale

E e e ij

à la parallaxe du Soleil divisée par celle de la Lune & par la masse de la Terre qui est soixante-six fois celle de la Lune, le tout multiplié par 57^d ou l'arc égal au rayon; ce qui donne pour la première équation lunaire $7''9$; mais la formule de Clairaut est un peu plus exacte.

En employant la formule d'Euler (*Mém. de Pétersbourg*, 1747, page 441), on auroit $7''9$ pour les masses & les parallaxes que je viens de rapporter; car il trouve

$0,05645 \frac{N}{M}$, où $\frac{N}{M}$ signifie la masse de la Lune divisée par

la masse du Soleil, & multipliée par le carré de la parallaxe de la Lune divisée par celle du Soleil; M. de la Place, en 1788, a trouvé $+6'' \sin. t$, en employant la masse de Vénus qui résulte de la nutation supposée de $18''$.

La correction du logarithme des distances dans la table de la Caille est $+15 \cos. t - 7 \cos. (t-2) + 2 \cos. (t+2)$ du moins à peu-près, car il y a quelquefois une ou deux unités de différence. Mais j'observe que la correction de la distance dans le Mémoire de Clairaut, ne donne pas le même rapport pour les trois termes; en effet, voici l'expression (*Mém. Acad.* 1754, page 535) $-0,005264 \cos. t + 0,001256 \cos. (t-2) - 0,001073 \cos. (t+2)$ qu'il faut multiplier par χ ; mais la valeur de χ qui donnoit à Clairaut $14''5$ pour l'équation, ne doit donner que $7''5$; je la réduis donc à $0,006813$, & j'ai les termes, $0,0000359$; $0,00000856$, que $7''5$, & $0,00000731$, auxquels répondent en logarithmes de 7 chiffres 15,6; 3,7 & 3,2, les deux derniers approchent bien plus de l'égalité que dans la table de la Caille.

Au reste, M. de la Place trouve que les deux petites équations ne doivent point avoir lieu, & qu'elles sont le résultat d'une omission faite par Clairaut dans sa théorie; ainsi je ne les emploierai point.

M. de Lambre, en discutant les observations de M. Maskelyne, a trouvé que l'équation de $6''$ s'accordoit fort bien avec les lieux du Soleil; ainsi il n'y a pas beaucoup

d'incertitude sur cette équation; mais il étoit nécessaire d'en parler ici pour faire voir que tous les Auteurs s'accordent, quand on emploie dans leurs formules des élémens plus exacts que nous avons actuellement.

Pour l'action de Jupiter, M. de la Place, en 1788, a trouvé — $7^{\circ} 0' \sin. t + 2^{\circ} 6' \sin. 2t + 0^{\circ} 2' \sin. 3t$; il rejette les deux équations que Clairaut faisoit dépendre de l'anomalie du Soleil. Enfin M. de la Place a trouvé pour l'action de Mars — $3^{\circ} 5' \sin. 2t + 2^{\circ} 8' \sin. (2M - T + 47^{\text{d}} 23')$, en appelant M la longitude héliocentrique de Mars, T celle de la Terre; & supposant la densité de Mars, comme M. de la Grange, en raison inverse de la distance.

On a vu ci-dessus, que l'inégalité du Soleil qui provient de Venus, est beaucoup plus petite que dans les tables de la Caille. Le mouvement de l'apogée du Soleil est aussi plus petit; j'ai fait voir que le mouvement du Soleil devoit être un peu plus grand, ou de $46' 0''$; d'un autre côté, M. de Lambre a vérifié aussi les époques, & il a trouvé par trois cents observations très-exactes de M. Maskelyne, que pour 1780, il faut ôter $7^{\circ} 5'$ de la longitude moyenne du Soleil, & $2' 29''$ de l'apogée. A l'égard de l'équation de l'orbite, elle se trouve de $1^{\text{d}} 55' 36'' 5$ pour 1750, ce qui fait seulement $4'' 9$ de moins que dans les tables de la Caille & de Mayer qui avoit suivi la Caille. C'est avec ces élémens qu'il a calculé pour la troisième édition de mon *Astronomie*, de nouvelles tables du Soleil, dont les erreurs n'iront jamais à $10''$, & seront par conséquent trois fois moindres que celles des tables de la Caille, quelque précieuses qu'elles aient été jusqu'à présent: on ne pensoit pas d'avoir si tôt ce nouveau degré de perfection dans l'Astronomie; mais le zèle & l'habileté de M. de Lambre ont surpassé nos espérances dans cette partie comme dans plusieurs autres.



SUR L'ÉQUATION DE MARS, ET SON MOYEN MOUVEMENT.

Par M. DE LA LANDE.

L'OPPOSITION de Mars observée en 1785, m'a donné l'occasion de revenir sur cet élément dont je m'étois déjà occupé. Mars a été comparé avec les étoiles τ & υ du Taureau, & avec Aldebaran; l'erreur de mes Tables s'est trouvée constamment de 4 minutes en excès pour la longitude géocentrique; & je trouve que l'opposition est arrivée le 27 Novembre, à $6^h 10'$, temps moyen, la longitude de Mars étant de $2^s 5^d 59' 49'' 7$, & la latitude géocentrique, $1^d 38' 5''$ boréale, à quelques secondes près.

L'anomalie de Mars étant de $8^s 23^d$, cette observation étoit très-propre à faire connoître l'excentricité de l'orbite de Mars, sur laquelle j'ai donné différens résultats (*Mém. Acad.* 1755, 1775); pour cela, je la comparerai avec celle de 1779, dans laquelle l'anomalie étoit de $3^s 0^d$, & l'équation en sens contraire.

Mais pour rendre cette comparaison plus exacte, j'ai cru devoir y faire entrer les perturbations de Mars, dont j'ai donné le calcul dans les *Mém. de 1758 & 1761*. Je profiterai de cette occasion pour changer la valeur de celles que j'avois données pour l'action de la Terre sur Mars; la masse de la Terre est beaucoup moindre, suivant les observations du passage de Vénus en 1769, que je ne la supposois auparavant; je prenois alors pour son logarithme 4,77139; je le fais actuellement de 4,45360; ainsi les équations que j'avois trouvées (*Mém. Ac.* 1761, p. 286), doivent se réduire aux suivantes, que l'on doit appliquer au calcul des Tables.

$$\begin{aligned} + 6'' 4 \sin. t - 0'' 9 \sin. 2t - 32'' 5 \sin. (t - u) \\ - 14'' 2 \sin. (2t - u) + 13'' 4 \sin. (2t - \zeta), \end{aligned}$$

dans lesquelles t est la longitude héliocentrique de la Terre, moins celle de Mars, u l'anomalie moyenne de Mars, & z celle de la Terre ou du Soleil.

Je ne changerai rien aux équations produites par l'action de Jupiter (*Mém. 1758, page 24*). Je vais seulement les rapporter ici, nommant t la longitude héliocentrique moyenne de Mars moins celle de Jupiter, on a les équations suivantes:

$$\begin{aligned} & - 25''7 \sin.t + 12''2 \sin.2t + 9''2 \sin.(t - u) \\ & - 17''6 \sin.(2t - u) - 1''4 \sin.(t + u) + 1''6 \sin.(2t + u). \end{aligned}$$

La somme de toutes ces équations dans l'opposition de 1779, est $- 8''$, dans celle de 1785 $- 30''$.

L'erreur de mes Tables, sur la longitude héliocentrique de Mars, ou la correction qu'il faut y appliquer pour les accorder avec l'observation, est $+ 41''$ & $- 55''$; en sorte que le mouvement est trop fort de $1' 36''$; mais en diminuant de $48''$ la plus grande équation, on le rend conforme à l'observation, & il ne reste que $7''$ à ôter de l'époque de mes Tables.

Ainsi d'après ces deux observations, l'équation de l'orbite de Mars seroit de $10^d 41' 25''$

Par des oppositions calculées dans mon *Astronomie*, elle seroit $10^d 41' 20''$

Je l'ai trouvée dans les *Mém. de 1775, page 234*. $\left\{ \begin{array}{l} 10. 40. 3. \\ 10. 40. 36. \end{array} \right.$

Elle est dans les *Tables de Halley*. $10. 40. 2.$

Telle est l'incertitude qui nous reste sur cet élément; elle est moindre que pour les autres planètes; mais les erreurs deviennent plus importantes pour Mars, parce qu'elles se multiplient par sa proximité à la Terre: dans la dernière opposition, l'erreur n'étoit que de $1' 25''$ sur le lieu héliocentrique, & elle étoit de $4' 0''$ sur le lieu vu de la Terre. Les perturbations négligées jusqu'ici dans les calculs, peuvent produire des différences d'une minute entre les observations; ainsi il n'est pas étonnant qu'on ait encore

Équation
 $10^d 40' 40''$

une minute d'incertitude sur la plus grande équation. Mais en la supposant de $10^d 40' 40''$, on ne peut pas s'écarter beaucoup de la vérité, & l'excentricité de l'orbite de Mars se trouve par-là de 141840, la distance moyenne du Soleil à la Terre, étant supposée 1000000. En augmentant l'équation d'une minute, on augmente l'excentricité de 220.

M. de Lambre a refait, d'après ces élémens, la Table de l'équation & des distances de Mars, & on la trouvera dans la *Connoiss. des Temps de 1790*, & dans la troisième édition de mon *Astronomie*.

La correction moyenne des époques, résultante des oppositions que je viens de comparer & de celles que j'avois examinées dans les *Mém. de 1775*, est $30''$ à soustraire. Pour 1592, suivant les Tables de Képler, elle seroit — $22''$; la différence est insensible; ainsi, je ne changerai rien au moyen mouvement que j'avois employé dans mes Tables.

Cependant les oppositions de Mars rapportées par Képler (*de stella Martis, page 90*), ne s'accordent pas parfaitement avec les Tables: mais cela vient des erreurs d'observations, qui vont quelquefois à plusieurs minutes. Je vais rapporter ici les sept sur lesquelles Képler ne jette aucun doute; & je mettrai dans la dernière colonne, l'erreur de mes Tables sur la longitude héliocentrique.

	TEMPS MOYEN à Paris.		LONGITUDE.			LATITUDE.			CORREC. des Tables en longit.	
	H.	M.	S.	D.	M.	S.	D.	M.	M.	S.
1582. 28 Déc. v. fl.	3.	16	3.	16.	55.	30	4.	6.	B.	+ 0. 1
1585. 30 Janv.	18.	32	4.	21.	36.	10	4.	32.	10	+ 1. 52
1587. 6 Mars.	6.	41	5.	25.	43.	0	3.	41.		+ 6. 10
1589. 14 Avril.	5.	41	7.	4.	23.	0	1.	12.	45	+ 2. 21
1591. 8 Juin.	7.	1	8.	26.	43.	0	4.	0.	A.	+ 3. 5
1593. 25 Août.	16.	45	11.	12.	16.	0	6.	2.		— 6. 51
1595. 30 Octobre.	23.	57	1.	17.	31.	40	0.	8.	B.	— 6. 55

Mars

Mais en rectifiant le calcul de Képler pour les deux dernières, savoir, pour 1593, d'après mon Mémoire sur le mouvement de Mars (*Mém. 1757, page 444*), & pour 1595, d'après M. Cassini, *page 489*, les erreurs héliocentriques se réduisent à $-12''$ & $-2'40''$. M. de Lambre a aussi refait le calcul de celle de 1587; il a discuté les observations de Tycho, dont Képler s'étoit servi, & d'autres encore; il a trouvé la correction géocentrique des Tables $-2'45''$; l'opposition à $9^h 27' \frac{1}{2}$ dans $5^d 25^d 42' 27''$; & la latitude héliocentrique par les Tables, de $1^d 49' 20''$.

Je vois donc, dans ces observations, des erreurs en plus & en moins; il y a d'ailleurs des observations qui diffèrent entre elles de plus de cinq minutes: ainsi, je ne vois pas de correction évidente à faire sur les moyens mouvemens que j'ai employés dans mes Tables.

Les cinq observations anciennes, rapportées dans l'Almageste de Ptolémée, *pages 241 — 250*, semblent exiger une diminution de $20''$ par siècle. Je vais rapporter les longitudes suivant Ptolémée, avec les corrections que je crois nécessaires (*Mém. 1766, page 467*).

	TEMPS MOYEN à Paris,	LONGITUDE Ptolémée.			LONGITUDES corrigées.			Par mes Tab.			CORREC. des Tables.		ERREURS héliocen.
		H. M.	S.	D. M.	S.	D. M.	S.	M. D.	D. M.	D.	D. M.	M.	
271 avant J. C.	17 Janv. 15. 0	7.	2.	15	7.	1.	41.	7.	2.	1	- 0. 20	- 23	
130 après J. C.	14 Déc. 11. 8	2.	21.	0	2.	22.	1	2.	21.	19	+ 0. 42	+ 19	
135	21 Fév. 7. 8	4.	28.	50	4.	29.	53	4.	29.	46	+ 0. 7	+ 3	
139	27 Mai. 8. 8	8.	2.	34	8.	3.	38	8.	2.	8	+ 1. 30	+ 24	
139	30 Mai. 7. 8	8.	1.	36	8.	2.	40	8.	1.	14	+ 1. 26	+ 23	

La dernière colonne contient les erreurs sur la longitude héliocentrique moyenne, la première étant réduite au temps de Ptolémée, c'est-à-dire à l'année 137. Ne prenant les deux dernières observations que pour une seule, l'erreur moyenne des quatre observations est de $+ 5' \frac{1}{2}$; cela indique
Mém. 1786. F ff

queroit une diminution de $20''$ à faire sur le mouvement léculaire qui est dans mes Tables, quantité insensible, vu la discordance des anciennes observations qui diffèrent de $1^d 51'$ pour la longitude géocentrique.

On peut, à la vérité, diminuer la discordance de ces observations en augmentant le mouvement de l'aphélie, & le supposant moins avancé au temps de Ptolémée : si l'on suppose cette correction sur le mouvement de l'aphélie, d'un degré, l'erreur moyenne, au lieu d'être $5'\frac{1}{2}$ sera de $8'\frac{1}{4}$; mais la différence qui est de $46'$ entre les erreurs des Tables pour la longitude héliocentrique ne sera que de $37'$.

Si au contraire on augmente l'aphélie de 1^d en diminuant son mouvement, l'erreur moyenne diminue, elle n'est plus que de $2'\frac{1}{4}$; mais les observations extrêmes différeront de $55'$ pour la longitude héliocentrique; le mouvement annuel de l'aphélie, que j'ai supposé dans mes Tables, de $1' 7''$, plus grand de $1''$ que suivant la théorie de M. de la Grange (*Mém. de Berlin*, 1782), deviendra au contraire plus petit de $1''$, en se réduisant à $1' 5''$.

Ainsi mes Tables, soit pour le mouvement de Mars, soit pour son aphélie, approchent tellement des observations anciennes & modernes, que les différences sont insensibles; elles sont de nature même à ne pouvoir être bien constatées, & ne méritent pas que l'on fasse à cet égard un changement dans les Tables.



OBSERVATIONS

DE

MARS EN QUADRATURE,

Pour vérifier sa distance au Soleil.

Par M. DE LA LANDE.

APRÈS avoir déterminé les élémens de Mars, par l'opposition du 27 Novembre 1785, j'ai voulu voir si mes élémens satisferoient également aux observations de Mars en quadrature, dans le mois de Février 1786. C'est par des observations de cette espèce, faites il y a deux cents ans, que Képler détermina la distance de Mars au Soleil, & celles de toutes les autres Planètes; enfin c'est par-là qu'il découvrit le 15 Mai 1618, la fameuse loi du rapport constant entre les carrés des temps & les cubes des distances.

Mais depuis qu'on a reconnu cette loi comme une suite nécessaire de la loi de l'attraction universelle, on n'a plus songé à la constater par observation; on l'a supposée comme un axiome, & l'on en a conclu les distances des Planètes au Soleil dont on se sert dans les calculs. Cependant il peut y avoir des circonstances physiques capables de modifier ce rapport; telles sont les perturbations étrangères, la résistance de l'éther, s'il y en a, l'atmosphère du Soleil; & quoique toutes ces causes doivent être ou presque nulles ou peu sensibles, il falloit cependant recourir à l'observation pour s'en assurer, & je n'ai pas connoissance qu'on l'ait fait. Depuis un siècle, on n'a cessé d'observer des oppositions pour déterminer les élémens des orbites, mais on a supposé toujours les distances moyennes ou les grands axes des orbites exactement connus par la règle de Képler.

Il est temps de vérifier à son tour cet élément de nos calculs, & par conséquent d'examiner les Planètes dans les

Fff ij

412 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE

autres positions : je vais commencer par des observations faites dans la dernière quadrature, qui m'ont indiqué une diminution à faire sur la distance, en me montrant une erreur de 28" dans le calcul du lieu géocentrique, quoique corrigé par les observations de l'opposition. J'avois déjà remarqué un effet pareil sur les plus grandes digressions de Vénus, mais il n'étoit pas assez constant pour en tirer des conséquences.

D A T E S des Observations.	T E M P S moyen.	A S C E N S I O N droite observée.	D É C L I N A I S.	L O N G I T U D E observée.	L O N G I T U D E calculée.	Erreur des Tables.
	N. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	S. D. M. S.	S. D. M. S.	M. S.
1786. 17 Janvier.	7. 58. 19	56. 59. 55	22. 31. 42	1. 29. 45. 54	1. 29. 48. 16	2. 32
19	7. 52. 5	57. 24. 14	22. 35. 35	2. 0. 8. 38	2. 0. 11. 20	2. 42
9 Février.	6. 55. 9	63. 49. 50	23. 39. 36	2. 6. 9. 11	2. 6. 11. 44	2. 33
10	6. 52. 49	64. 13. 59	23. 43. 2	2. 6. 31. 38	2. 6. 33. 40	2. 2
12	6. 48. 10	65. 1. 32	23. 49. 32	2. 7. 15. 37	2. 7. 17. 40	2. 3
13	6. 45. 47	65. 25. 49	23. 52. 46	2. 7. 38. 5	2. 7. 40. 5	2. 0
14	6. 43. 32	65. 50. 43	23. 56. 32	2. 8. 1. 10	2. 8. 3. 14	2. 4
15	6. 41. 16	66. 15. 40	23. 59. 45	2. 8. 24. 12	2. 8. 26. 25	2. 13
16	6. 39. 2	66. 41. 0	23. 58. 6	2. 8. 47. 12	2. 8. 49. 28	2. 16
19	6. 32. 28	67. 59. 36	24. 12. 35	2. 10. 0. 0	2. 10. 2. 1	2. 1
20	6. 30. 25	68. 26. 35	24. 15. 44	2. 10. 24. 48	2. 10. 26. 27	1. 39
23	6. 24. 1	69. 48. 3	24. 25. 2	2. 11. 39. 39	2. 11. 41. 49	2. 10
24	6. 21. 58	70. 16. 10	24. 28. 7"	2. 12. 5. 27	2. 12. 7. 27	2. 0
25	6. 19. 54	70. 44. 20	24. 31. 23	2. 12. 31. 18	2. 12. 33. 15	1. 57
26	6. 17. 51	71. 12. 50	24. 34. 10	2. 12. 57. 24	2. 12. 59. 17	1. 53

On voit que le 24 Février, l'erreur des Tables est de 2' 0", & il y a plusieurs jours d'observations qui donnent à très-peu près le même résultat. J'ai corrigé pour ce jour-là, de 1' 25" la longitude héliocentrique vraie tirée des Tables; & cette correction, qui m'avoit été indiquée par les observations faites dans l'opposition indépendante des distances,

aurait dû accorder les Tables avec l'observation, mais la différence s'est trouvée encore de 28". Celle-ci ne peut s'attribuer qu'à l'erreur du rayon vecteur ou de la distance de Mars au Soleil ; l'on trouve que pour faire disparaître cette erreur de 28", il faut ôter 72 du logarithme de la distance tirée de mes Tables, & cette distance accourcie, au lieu d'être 1,62124, se trouve par-là 1,62097. La correction seroit encore plus forte suivant les observations du 16 & du 23.

Ce changement de distance supposeroit 10' de diminution sur le lieu de l'aphélie, mais les dernières oppositions ne m'ont donné que 5' ; ainsi l'on ne peut imputer cette erreur au seul défaut de l'aphélie.

On peut encore moins l'attribuer à la durée de la révolution de Mars, d'où l'on déduit la distance moyenne. Nous n'avons pas plus de 20" d'incertitude sur la durée de cette révolution, & il n'en résulteroit pas sur la distance, la cinquantième partie de l'erreur que nous avons à corriger.

Les perturbations sur la distance n'ont pas encore été calculées, mais il ne paroît pas qu'elles puissent produire cet effet, à en juger par celles de la Terre ; il peut donc se faire que la règle de Képler donne une distance trop grande. Les digressions de Mercure aphélie & périhélie, m'ont semblé indiquer une pareille différence, mais elle n'est pas assez considérable pour qu'on puisse prononcer, quant-à-présent, sur ce fait important pour la cosmologie.

C'est en faisant les mêmes recherches sur plusieurs quadratures de Mars, qu'on vérifiera si la règle de Képler est en effet sujette à cette restriction. Mais depuis un siècle on n'observe Mars que dans les oppositions, ainsi nous ne pourrions trouver jusqu'ici des observations propres à cette recherche : le nouvel établissement formé à l'Observatoire royal nous en procurera. Il est naturel que des Astronomes très-occupés de leurs recherches, de leurs idées, de leurs entreprises, ne se livrent au détail des observations que relativement à l'usage qu'ils en veulent faire, & au projet

dont ils font occupés. C'est quand il arrive une idée nouvelle & un nouveau besoin, qu'on s'aperçoit, mais trop tard, de la pénurie des observations. C'est ainsi que j'ai eu lieu très-souvent de regretter qu'il n'y eût pas d'observateurs destinés à suivre toutes ces espèces d'observations, sans égard à l'utilité qu'on croit pouvoir en retirer actuellement. Ces avantages naissent avec le temps, & la difficulté que je viens d'examiner dans ce Mémoire, prouve qu'il ne faut pas attendre, pour observer, qu'on sache à quoi l'observation pourra servir.

Depuis la lecture de ce Mémoire, M. de la Place, par les calculs de l'attraction, trouve dans les distances de Jupiter & de Saturne quelque différence. La distance de Jupiter est, selon sa théorie 52028, tandis que la règle de Képler donne 52012, & pour Jupiter 95407, au lieu de 95379 qu'on déduiroit de la révolution observée & corrigée par les inégalités de ces Planètes; ainsi la théorie confirme ce que j'avois prévu, que la règle de Képler peut souffrir quelque restriction dans la construction de nos Tables astronomiques.



SUR L'INCLINAISON
ET LE NŒUD
DE L'ORBITE DE JUPITER.

Par M. DE LA LANDE.

JE donnai en 1768, une détermination de l'inclinaison de Jupiter, observée avec soin dans la limite boréale : l'opposition de 1785, observée avec la même exactitude à l'École Militaire avec un mural de $7\frac{1}{2}$ pieds, m'a fourni une pareille détermination dans la limite australe ; elle est d'autant plus importante, que l'on a varié beaucoup pour cet élément.

M. Cassini, dans ses *Éléments d'Astronomie*, rapporte beaucoup d'observations de cette inclinaison, & s'en tient à $1^d 19' 38''$. Dans ses Tables il la fait de $1^d 19' 30''$; M. le Gentil, par une observation de 1673, $1^d 18' 28''$ (*Mém. de l'Ac. 1758*), & par l'opposition de 1750, $1^d 19' 2''$. Je trouvois en 1768, $1^d 19' 4''$, ce qui ne différerait pas beaucoup des tables de Halley, où il y a $1^d 19' 10''$. Je m'en étois tenu à cette dernière quantité dans mes Tables de Jupiter ; mais les observations de 1785, les plus exactes, ce me semble, qu'on y ait encore employées, donnent $26''$ de moins.

Jupiter étoit si près de la limite, que la latitude ne différerait pas d'un tiers de seconde de l'inclinaison absolue de son orbite. La latitude héliocentrique supposée de $1^d 19' 10''$, devoit produire $1^d 39' 12''$, vue de la Terre ; & en diminuant la première de $26''$, on diminue l'autre de $32''$: c'est ce qui résulte des observations, qui m'ont donné pour la latitude observée $1^d 38' 40''$.

	TEMPS moyen.	ASCENSION droite.	DÉCLINAISON, boréale.	LONGITUDE	LATITUDE australe.
1785. 27 Sept.	12 ^h 11' 12"	9 ^d 59' 1"	2 ^d 31' 5"	10 ^d 9' 45"	1 ^d 38' 36"
28 Sept.	12. 6. 55	9. 51. 52	2. 28. 0	10. 1. 56	1. 38. 40
1 Oct.	11. 53. 40	9. 29. 37	2. 18. 21	9. 37. 45	1. 38. 40
27 Oct.	9. 59. 36	6. 31. 57	1. 5. 12	6. 25. 37	1. 35. 56

Par un milieu entre ces observations, la longitude de Jupiter, calculée par mes Tables, est plus petite de 1' 18", ce qui fait 1' 2" sur la longitude héliocentrique, en négligeant les perturbations produites par l'action de Saturne, & la latitude trop grande de 33". En employant ces erreurs moyennes, je trouve l'opposition le 1.^{er} Octobre à 2^h 55' 8", réduite au méridien de l'Observatoire royal, la longitude 9^d 34' 24", & la latitude géocentrique 1^d 38' 40" australe, qui, réduite au Soleil, donne 1^d 18' 44" pour la latitude héliocentrique, égale à l'inclinaison de l'orbite; le milieu entre 1^d 19' 4" & 1^d 18' 44", est 1^d 18' 54". Comme elle diminue de 27" par siècle, suivant M. de la Grange (*Mém. de Berlin*, 1782), ou 21" en diminuant d'un tiers la masse de Vénus, il n'est pas étonnant que je trouve actuellement l'inclinaison plus petite que dans les tables de Halley.

Les oppositions de 1775, 1776, 1777, 1782 & 1783, arrivées aux environs des nœuds, m'ont fait voir des erreurs de 30 à 40" sur la latitude, ce qui indique environ 35' à ôter du nœud que j'avois employé dans mes Tables; & M. de Lambre a trouvé, par des calculs détaillés, qu'il faut réduire sa longitude à 3^d 8^d 14' pour 1783.

A l'égard du mouvement du nœud, il est difficile à déterminer par les anciennes observations. Il paroît par celles du dernier siècle, que ce mouvement est d'environ 37" par an, mais il est difficile de le concilier avec l'observation faite deux cents quarante ans avant J. C. où Jupiter parut cacher l'étoile Δ de l'Écrevisse; cette étoile, qui est actuellement à 4' 18" de latitude boréale, devoit avoir alors une latitude australe, &

& l'on trouve un quart de degré d'erreur pour la latitude de Jupiter à cette époque. Mais il est très-possible que l'étoile ait paru aux yeux être cachée par Jupiter, quoiqu'il fût de plusieurs minutes au nord. La lumière de Jupiter, que quelques auteurs ont estimée avoir 10' de diamètre à la vue simple, nous rend totalement invisibles ses satellites, qui sont aussi gros que des étoiles de cinquième grandeur; l'étoile δ de l'Ecrevisse n'est que de quatrième grandeur, & elle pouvoit très-bien disparaître à 15' de Jupiter: ainsi cette observation ancienne me paroît insuffisante pour rejeter le mouvement que donnent le calcul de l'attraction & les observations modernes.

M. le Gentil a calculé des observations de Cassendi, faites en 1633 (*Mém. Acad. 1758*), mais il trouve 1' 6" pour le mouvement annuel. Il faut avouer que ces observations sont bien grossières pour une recherche aussi délicate; on y trouve des différences de 2' sur la latitude, comme M. de Lambre s'en est assuré; cependant le résultat le plus plausible, donne le nœud à 3^h 6^d 42' pour 1634; & le mouvement annuel 37".

Les observations de Pound, faites en 1716, & rapportées dans les Transactions philosophiques, sont les seules que je connoisse qui aient assez de précision & d'ancienneté pour cette recherche. M. de Lambre a trouvé qu'elles donnent le lieu du nœud 3^h 7^d 30', & le mouvement annuel 37". La théorie de M. de la Grange donne 31", mais après avoir diminué la masse de Vénus de $\frac{1}{10}$, on a 36" $\frac{1}{4}$. Ainsi le résultat des observations exige qu'on diminue la masse de Vénus; il est vrai que pour le calcul des observations, on a supposé le changement de latitude des étoiles, d'accord avec mon hypothèse sur la masse de Vénus, ce qui doit donner un résultat conforme à cette même hypothèse. Mais il me paroît toujours que la théorie & les observations sont assez d'accord à faire le mouvement du nœud de Jupiter de 36 ou 37" par année.

Mém. 1786.



G g g

OBSERVATIONS
DES PLANÈTES,

Faites à l'École Militaire en 1784 & 1785,
avec un quart-de-cercle mural de sept pieds &
demi de rayon.

Par M. D'AGELET.

ON a vu, dans le volume de 1785 (p. 267) des observations de M. d'Agelet, faites en 1783, & qui ont été tirées de ses registres, après son départ pour le Voyage autour du monde *. Celles de 1784, que l'on publie ici, en feront une suite; elles suppléeront également à celles de l'Observatoire royal, dont la publication n'a commencé qu'à 1785. On trouvera dans le volume de 1785, la latitude de l'École militaire & l'erreur du quart-de-cercle sur les passages & les hauteurs; ainsi nous n'avons rien à ajouter à cet égard.

Pendant l'hiver, le temps fut très-mauvais & M. d'Agelet malade; il n'observa que des étoiles pour son catalogue.

	TEMPS DE LA PENDULE.			DISTANCES AU ZÉNITH.				
		H.	M.	S.		D.	M.	S.
1784. 28 Mai.	1. ^{er} bord du Soleil.	7.	14.	43	Bord supérieur...	26.	50.	24
	Second bord....		17	1 $\frac{1}{2}$				
2 Juin.	Centre de 2....	6.	16.	7	.....	31.	7.	26
	Soleil.....	7.	30.	48 $\frac{1}{2}$	.....	26.	17.	37
3 Juin.	.....		33.	6 $\frac{1}{2}$				
	Vénus.....	6.	20	59.	.....	30.	47.	57
	Soleil.....	7.	34.	50 $\frac{1}{2}$	.....	26.	10.	18
			37.	8 $\frac{1}{2}$				

* Les frégates le *Bouffalo* & l'*Africate*, étoient le 5 Avril 1787 à Manille, d'où elles alloient rentrer dans la mer du sud & se diriger vers le Kamtschatka.

		TEMPS DE LA PENDULE.		DISTANCES AU ZÉNITH.	
		H. M. S.		D. M. S.	
La pendule a été arrêtée.					
1784. 20 Juin.	Soleil.....	0. 44. 1 $\frac{1}{2}$	.....	b. sup. 25. 8. 22	
	.....	46. 20 $\frac{1}{2}$	.....	b. inf. 25. 40. 6	
21 Juin.	Aldebaran.....	11. 10. 14 $\frac{1}{2}$	.....	32. 48. 32	
	Vénus.....	11. 51. 39	.....	26. 25. 7	
	Soleil.....	0. 48. 7	.....	25. 8. 27	
	.....	50. 25	.....	25. 40. 11	
4 Juill.	Aldebaran.....	11. 9. 48 $\frac{1}{2}$	.....	32. 48. 28	
	Vénus.....	1. 0. 2 $\frac{1}{4}$	.....	25. 19. 31	
12 Juill.	Vénus.....	1. 42. 21	.....	35. 27. 6	
	Soleil.....	2. 13. 29 $\frac{1}{2}$	}	26. 43. 20	
	15. 47 $\frac{1}{2}$			
14 Juill.	Vénus.....	1. 52. 52 $\frac{1}{4}$	.....	
	Soleil.....	2. 21. 28 $\frac{1}{4}$	.....	27. 1. 26	
	.....	23. 45 $\frac{1}{2}$	.....	
Le midi vrai par des hauteurs 2 ^h 22' 33"; erreur — 4-4.					
7 Sept.	α la première...	8. 48. 25	.....	62. 2. 55	
	Jupiter.....	10. 57. 7 $\frac{1}{4}$	.....	61. 11. 16	
9 Sept.	1. ^{er} bord du Soleil.	11. 54. 40 $\frac{1}{2}$	.....	43. 35. 52	
	Vénus.....	0. 29. 45 $\frac{1}{8}$	.....	46. 4. 10	
	Mercure.....	1. 27. 30	.....	55. 3. 20	
	γ d'Ophiucus....	6. 29. 22 $\frac{1}{2}$	.....	58. 35. 12	
13 Sept.	Soleil.....	0. 8. 48 $\frac{1}{2}$	.....	45. 7. 35	
	.....	10. 57 $\frac{1}{2}$	.....	48. 6. 32	
14 Sept.	Soleil.....	0. 12. 20	.....	45. 30. 40	
	.....	14. 28 $\frac{1}{2}$	.....	
	Mercure.....	1. 46. 47	.....	58. 30. 38	
	.....	10. 2. 7 $\frac{1}{2}$	.....	55. 21. 53	
	.....	10. 36. 42	.....	63. 45. 11	
	Jupiter.....	10. 53. 32 $\frac{1}{4}$	.....	61. 28. 50	
15 Sept.	Soleil.....	0. 15. 52	}	45. 53. 50	
	18. 0 $\frac{1}{4}$			

G g g ij

420 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE

		TEMPS DE LA PENDULE.			DISTANCE AU ZÉNIT.		
		H.	M.	S.	D.	M.	S.
Midi vrai $0^h 16' 54'' 6$; erreur — $1'' 8$.							
1784.	15 Sept.	Vénus.....	0.	56. 34 $\frac{1}{2}$	49.	7.	57
		Saturne.....	7.	56. 59	71.	2.	47
		♂ de l'Aigle.....	8.	22. 11 $\frac{1}{2}$	40.	33.	12
		♂ de la Baleine.....	13.	14. 36	68.	0.	26
	16 Sept.	1. ^{re} bord du Soleil.	0.	19. 23 $\frac{1}{4}$	46.	17.	3
		Vénus.....	1.	1. 2 $\frac{1}{2}$	49.	38.	42
		Mercure.....	1.	53. 33 $\frac{1}{2}$	59.	28.	42
		♂ d'Antinoüs.....	8.	7. 22 $\frac{1}{2}$	50.	36.	36
		♂.....	10.	1. 59	55.	21.	50
		♂.....	10.	47. 14 $\frac{1}{2}$	57.	41.	55
		Jupiter.....	10.	52. 34 $\frac{1}{2}$	61.	33.	15
		♂.....	11.	24. 58 $\frac{1}{2}$	65.	48.	6
	17 Sept.	1. ^{re} bord du Soleil.	0.	22. 54 $\frac{1}{2}$	46.	40.	16
		Vénus.....	1.	5. 29 $\frac{1}{2}$	50.	9.	26
		Mercure.....	1.	56. 43 $\frac{1}{2}$	59.	55.	39
		♂ d'Ophiucus.....	4.	44. 47 $\frac{1}{2}$	51.	59.	15
		Saturne.....	7.	56. 47 $\frac{1}{2}$	71.	13.	2
	18 Sept.	Soleil.....	0.	26. 26 $\frac{1}{2}$	47.	3.	35
		.....	28.	35 $\frac{1}{2}$			
Midi vrai par des hauteurs $0^h 17' 29'' 2$; erreur — $1'' 8$.							
		♂ du Capricorne.....	10.	16. 35 $\frac{1}{2}$	61.	11.	55
		Jupiter.....	10.	56. 38	61.	37.	18
	25 Sept.	1. ^{re} bord du Soleil.	0.	51. 18	49.	47.	20
		Vénus.....	1.	41. 27 $\frac{1}{2}$	54.	14.	21
	30 Sept.	♂ de Pégase.....	0.	43. 24 $\frac{1}{2}$	34.	52.	42
		2. ^{re} bord de la ☉.....	14.	52. 22	à 51' 10" b. sup.	30.	55. 21
		♂ du Bélier.....	3.	28. 10 $\frac{1}{2}$	28.	23.	53
		♂ du Taureau.....	4.	48. 48	33.	46.	17
	3 Oct.	Soleil.....	1.	19. 56	52.	54.	7
		.....	22.	3	53.	26.	9
		Vénus.....	2.	17. 57 $\frac{1}{2}$	58.	12.	48

		TEMPS DE LA PENDULE.			DISTANCE AU ZÉNITH.		
		H.	M.	S.	D.	M.	S.
1784.	4 Oct.	Soleil.....	1.	23.	31 $\frac{1}{2}$	53.	17. 16
		.....		25.	41		
	7 Oct.	Soleil.....	1.	34.	23	54.	26. 22
		.....		36.	33 $\frac{1}{2}$	54.	58 29
		Midi vrai par les hauteurs 1 ^h 35' 29"0; erreur \rightarrow 0"8.					
		Vénus.....	2.	36.	29	60.	6. 45
	13 Oct.	2. ^a bord du Soleil.	1.	59.	38 $\frac{1}{2}$	56.	42. 21
		Vénus.....	3.	5.	55 $\frac{1}{2}$	62.	50. 15
	14 Oct.	Soleil.....	2.	4.	49 $\frac{1}{2}$	57.	27. 0
		.....		7.	0 $\frac{1}{2}$	57.	59. 16
		Vénus.....	3.	15.	28 $\frac{1}{4}$	63.	42. 15
	15 Oct.	Rigel.....	5.	45.	56 $\frac{1}{2}$	57.	18. 46
	16 Oct.	1. ^{re} bord du Soleil.	2.	8.	31 $\frac{1}{4}$	57.	49. 5
		Vénus.....	3.	20.	16 $\frac{1}{4}$	64.	7. 46
		Jupiter.....	10.	44.	32	62.	13. 12
		Étoile du 7. ^e gr.	10.	53.	27 $\frac{1}{2}$	64.	52. 6
	23 Nov.	♈ du Capricorne...	10.	15.	36 $\frac{1}{2}$	61.	11. 45
		Jupiter.....	10.	49.	17	61.	34. 36
		ζ de Pégaſe.....	11.	11.	29 $\frac{1}{4}$	39.	9. 5
	26 Nov.	1. ^{re} bord du Soleil.	4.	51.	23 $\frac{1}{2}$	69.	42. 50
	- 1 Déc.	1. ^{re} bord du Soleil.	5.	12.	47 $\frac{1}{2}$	70.	32. 35
		M. d'Agelet fut élu par l'Académie le 15 Janvier 1785.					
1785.	19 Mars.	♊ des Gémeaux...	7.	4.	53 $\frac{1}{2}$	32.	18. 3
		2. ^o à 6. ^e à 7. ^e grand.	7.	31.	57 $\frac{1}{2}$	25.	55. 6
		1. ^{re} b. de la Lune..	8.	20.	25 $\frac{1}{4}$ à 21' 32"	25.	10. 10
		♋ du Cancer.....	8.	33.	9 $\frac{1}{2}$	25.	38. 4
		La pendule retarde sur les étoiles de 1"3 par jour.					
	21 Mars.	Rigel.....	5.	43.	40 $\frac{1}{2}$	57.	19. 5
		1. ^{re} b. de la Lune.	10.	0.	3 $\frac{1}{2}$ à 1' 8" b. f.	33.	22. 41
		♌ du Lion.....	10.	11.	34 $\frac{1}{2}$	33.	52. 24
	22 Mars.	Rigel.....	5.	43.	40	57.	18. 59
	23 Mars.	♌ du Lion.....	11.	28.	56 $\frac{1}{2}$	44.	5. 46
		1. ^{re} b. de la Lune..	11.	29.	35	b. sup.	43. 58. 8

	TEMPS DE LA PENDULE.			DISTANCE AU ZÉNITH.		
	H.	M.	S.	D.	M.	S.
La pendule a été remise à l'heure.						
1785. 12 Avril.	Vénus.....	4.	13.	47 $\frac{1}{2}$	22.	57. 40
	1. ^{er} bord de la ☉..	4.	17.	5 $\frac{1}{2}$	centre..	22. 54 $\frac{1}{2}$
	α des Gémeaux...	7.	19.	31 $\frac{1}{2}$	.....	16. 31. 48
	Procyon.....	7.	26.	43	.....	43. 6. 10
	β des Gémeaux...	7.	30.	49 $\frac{1}{2}$	.....	20. 20. 30
Immersion de Vénus sous la Lune 0 ^h 11' 10" & 1' 39", temps vrai; émerſion 0 ^h 48' 52" 5; première corne 49' 55", dernière corne 50' 11".						
13 Avril.	1. ^{er} bord du Soleil	1.	26.	6 $\frac{1}{2}$.		
25 Avtil.	2. ^d bord du Soleil	2.	12.	26 $\frac{1}{2}$.		

Les préparatifs du Voyage autour du monde, ont interrompu les observations.

Après le départ de M. d'Agelet, on a démoli l'Observatoire de l'École militaire pour continuer les bâtimens ; mais M. le Maréchal de Ségur l'a fait reconstruire en 1787, par les soins de M. de la Lande, avec plus de grandeur & de commodités qu'auparavant. Ce Ministre a fait acquérir le quart-de-cercle mural pour le compte du Roi, & il y a joint d'autres instrumens, afin que M. d'Agelet puisse continuer à son retour ses utiles Observations. M. le Comte de Brienne qui a succédé à M. le Maréchal de Ségur, dans le ministère, a donné à l'Académie tous les instrumens, & M. Prévost se dispose à en faire usage (*Juillet 1788*), en attendant le retour de M. d'Agelet. Le mural a été placé sur une grande cage de fer qui tourne sur un axe, en sorte qu'on peut facilement & promptement le placer à l'orient & à l'occident du mur, pour observer au nord ou au midi : ce transporteur est une machine ingénieuse, de l'invention de M. Prévost.



SUR LES ÉTUVES*

PROPRES A LA CONSERVATION DES GRAINS.

Par M. FOUGEROUX DE BONDAROY.

Les expériences de M.^{re} Duhamel, dont j'ai été témoin, m'ayant convaincu depuis long-temps de l'efficacité des Étuves pour la conservation des grains, je me suis fait un devoir de continuer l'usage d'une méthode, dans laquelle on reconnoît ce zèle pour le bien public, qui a tant de fois présidé aux travaux & aux recherches de ces Savans distingués.

Je ne parlerai pas ici des changemens que j'ai faits à ces mêmes étuves, pour en rendre le service plus commode & les opérations plus avantageuses.

Je regarderai comme prouvé, que le blé bien conservé ne perd avec le temps aucune de ses qualités: je pourrois citer le blé du magasin de Metz; qui fut trouvé très-bon; d'après l'épreuve qu'on en fit, quoiqu'il eût plus de deux siècles de récolte; celui de Sédan, qui existoit depuis cent dix ans, &c. Et pour peu qu'on ait de connoissance en ce genre, on préférera pour l'usage, du grain récolté depuis quelques années, à celui qui l'a été récemment. Les faits que je vais rapporter, suffiront pour établir que le grain étuvé fait de très-bon pain, & que ce sera toujours le moyen le plus facile à pratiquer pour garder des blés. L'année dernière, j'ai montré à l'Académie un reste de blé recueilli en 1761, qui, après avoir passé par l'étuve, a été déposé dans des caisses, & y est resté sans avoir exigé

* Ce Mémoire a été lu à l'assemblée publique du 12 Novembre 1785, & n'a pu être compris dans les volumes de cette année.

le moindre soin, jusqu'en 1771 que M.^{re} Duhamel l'en ont fait tirer pour le vendre. Cette petite quantité de grain, déposée dans un sac depuis 1771, a été convertie en farine en 1784, & on en a fait d'excellent pain; ce grain avoit à la vue une belle couleur, & sous la dent une saveur agréable: il en résulte, qu'au moyen des étuves on a conservé du blé l'espace de vingt-trois ans, & qu'après ce temps on en a fait du pain très-bon & agréable au goût. Je crois cette expérience décisive. Pendant ce temps, le blé n'a exigé aucuns frais de remuage, &c. il n'a souffert aucun dommage de la part des insectes ou autres animaux.

Je ne m'arrêterai donc pas à détailler les avantages de l'étuve, annoncés d'une manière modeste, mais convaincante, par M. Duhamel; je me bornerai à citer deux applications que j'ai faites avec un plein succès, des principes établis dans les ouvrages de ce citoyen zélé.

La récolte de 1782 ayant été faite par un temps pluvieux, il étoit facile de prévoir qu'on éprouveroit des difficultés pour conserver les grains; on devoit croire que le cultivateur se presseroit de l'envoyer au marché, & par une suite assez nécessaire, on pouvoit s'attendre qu'on consommeroit du pain de mauvaise qualité pendant toute l'année 1783.

Aussi dans cette même année le pain avoit-il un goût désagréable: on ne pouvoit s'en procurer de bon que lorsqu'on employoit des farines antérieures à 1782.

Les récoltes pluvieuses deviennent l'occasion d'une perte réelle pour un État cultivateur. S'il y a abondance de grains, la crainte de ne pouvoir garder les blés sans des soins & des frais indispensables pour l'empêcher de germer en tas & de s'échauffer dans le grenier, engage le propriétaire à s'en défaire, même à bas prix, & il vend préférentiellement celui qui est le plus gâté. Le consommateur ne s'aperçoit que trop de cette altération, qui a converti la substance du plus précieux de nos alimens en un germe de maladies; & les suites fâcheuses qui en résultent, se font sentir surtout

tout parmi le peuple, dont le pain est la principale & presque l'unique nourriture.

Il arrive encore que pour lors on emploie ce blé sans aucun ménagement, & souvent à la nourriture des volailles ou d'autres animaux; & si une de ces années humides (que je suppose même abondante) est suivie d'une ou de deux autres médiocres, les greniers se trouvant dépourvus de grains, le prix du blé augmente, la crainte s'empare des esprits, la disette se fait sentir, & l'augmentation du prix des grains, outre qu'elle excède déjà par elle-même les facultés des citoyens qui ne jouissent pas d'une certaine aisance, entraîne de nouveaux inconvénients, par son influence sur la valeur de toutes autres denrées. Voici donc ce que je fis en 1782, voulant prévenir la détérioration des grains mouillés. Je ne pus me procurer que le 11 Novembre, cent sacs de grains que j'avois à ma disposition, parce que c'est seulement vers cette époque que les fermiers battent leurs grains après avoir ensemencé leurs terres. Ils craindroient auparavant de détériorer leurs fourrages, &c.

Mon étuve contient environ trente sacs, mais j'ai préféré de n'en mettre que vingt-cinq à la fois: les cent sacs devoient par conséquent fournir à quatre opérations.

Ce blé après avoir été nétoyé, c'est-à-dire, après avoir passé par le crible, a été déposé dans l'étuve, où j'ai entre-tenu depuis trente jusqu'à soixante degrés de chaleur, au moyen d'un poêle chauffé avec du bois, mais par un procédé économique.

Comme mon dessein n'étoit pas de conserver long-temps ce grain, & que les caisses où j'aurois pu le mettre étoient remplies, je l'ai laissé dans le grenier exposé à l'air libre. Ces blés s'étant trouvés très-chargés d'eau lorsque je les ai étuvés, j'ai cru à propos, vers le mois de Juin 1783, de les faire passer une seconde fois par l'étuve, afin de leur donner ce qu'on appelle *la main*; enfin, aux mois d'Octobre & Novembre 1784, je me suis défait de ce même grain.

Mém. 1788.

Hhh

426 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE

J'ai brûlé environ pour ces deux étuves, une demi-corde de bois que j'estime le prix de..... 20ⁿ

Il m'en a coûté 16 journées d'homme pour le service de l'étuve, à 20 sous..... 16.

Le sac de blé valoit, en 1782, 18 liv. ainsi les 100 sacs font..... 1800.

TOTAL des dépenses..... 1836ⁿ.

Le sac valoit, lorsque je l'ai vendu, 27 liv. ainsi les 100 sacs anroient pu produire..... 2700.

Mais comme au lieu de 100 sacs que j'avois avant l'opération, je n'ai retrouvé en blé marchand que 95 sacs, d'où il résulte que j'ai perdu environ un vingtième, tant en criblure qu'en diminution de volume, je ne compte que 95 sacs à 27 liv. ce qui produit..... 2565.

Sur lesquels je détalque..... 1836.

Il reste au-dessus de la mise, un bénéfice de..... 729ⁿ

Le déchet qu'on éprouve en étuvant des blés, est nul pour le propriétaire qui le consomme; puisque cette farine prenant plus d'eau que celle d'un blé humide, il a plus de pain lorsqu'il la convertit en pâte; c'est ce que connoît promptement un boulanger qui a acheté du blé étuvé : il ne tarde pas à demander ces blés de préférence à d'autres. J'en ai la preuve par ceux que j'ai vendus; ainsi il ne faut pas croire que ce soit une perte entière que ce déchet, même pour le vendeur. La perte du pelletage, des criblures, celle qui est occasionnée par les rats, les souris, même les chats, &c. ou qui provient des insectes, de l'infidélité des gardiens, &c. cette perte, dis-je, est réelle sous tous les rapports, mais seulement pour ceux qui, malgré les avantages de la méthode que j'ai exposée, s'opiniâteroient à conserver leurs blés en grenier.

En 1784, les mêmes ptaiies qui ont perdu les avoines de la Beauce, &c. ont mouillé les blés en gerbe de toute la Normandie, où la récolte se fait près d'un mois plus tard qu'aux environs de Paris. Beaucoup de ces blés ont germé ou se sont gâtés; & au mois d'Avril 1785, on consommoit des blés dans cette province, qui étant convertis en pain,

avoient une saveur désagréable. Ainsi le défaut de précaution pour prévenir le mauvais effet des pluies, a enlevé à la Normandie une grande partie des avantages que sembloit lui promettre, par son abondance, cette récolte de 1784. Au mois d'Avril, la mesure du blé mouillé s'y vendoit 13ⁿ, & le prix de celle du blé non gâté alloit jusqu'à 30ⁿ : combien les étuves n'auroient-elles pas conservé de grains à cette seule province ?

Le second fait dont je vais parler, étant plus récent, & le public pouvant en tirer avantage pour améliorer les grains récoltés cette année, je crois devoir lui en faire part. Personne n'ignore que les grains de 1784, ont été dans plusieurs provinces de la France attaqués de la maladie connue sous le nom de *blés noirs* ou *cariés*. On sait qu'il convient généralement de remuer souvent les grains déposés dans les greniers ; mais à mesure qu'on les crible ou par le pelletage, on ouvre les blés cariés, la poussière noire qu'ils contiennent, en s'échappant de l'enveloppe qui la recèle, se répand sur les grains sains, & produit ce qu'on appelle le *blé moucheté*. Le grain est gras au toucher ; il a une couleur noire, & prend une odeur fétide & désagréable, qui se communique à la farine & au pain qu'on en fabrique. On ne peut douter que cette poussière ne soit nuisible à la santé de ceux qui en font usage. Les animaux laissent ces grains viciés, ou s'ils s'en nourrissent, ils en ressentent de pernicious effets. Cette poussière occasionne des pustules à ceux qui remuent le grain. Il est donc avantageux de connoître les moyens de séparer cette poussière infecte, des blés sains avant de convertir ces derniers en farine.

Il est vrai que les meuniers, principalement ceux qui sont à portée des rivières, & même les boulangers, faisoient quelquefois laver les grains mouchetés pour enlever cette poussière noire ; on employoit ce moyen dans plusieurs provinces éloignées de la capitale ; mais en général il étoit ignoré ou du moins négligé par les propriétaires. Me trouvant à Denainvilliers au mois de Juin dernier, & frappé

Hh h ij

de l'inconvénient des blés mouchetés, à la vue du pain qu'on y consommoit, je pris le parti de faire laver avec soin de ce blé moucheté, de faire enlever les grains légers qui surnageoient & qui étoient encore remplis de la poussière noire. Le lavage dans un grand baquet & à deux eaux, s'exécute en peu de temps. Il ne s'agit plus (quand le soleil le permet) que d'exposer ce grain sur des draps, & de le retourner avec une espèce de rateau. En deux heures il est assez sec pour être moulu, & procure un pain très-blanc & exempt de mauvais goût & de l'odeur désagréable que communique le blé moucheté. Si l'intention du cultivateur étoit de le conserver, & qu'on ne pût profiter de la chaleur du soleil, ce seroit le cas d'employer les étuves pour le dessécher.

Ces opérations ne sont ni longues ni très-dispendieuses; le sac de ce blé moucheté, qu'on vendoit au plus 20 & 21^s, a été livré au marché de Pithiviers au mois de Juin pour le prix de 27 à 28^s; & si les boulangers & meuniers se servoient de ce moyen pour profiter sur la vente des blés mouchetés, après les avoir ainsi lavés, il étoit de l'avantage des propriétaires d'employer le même procédé pour les blés dont ils font usage ou même qu'ils envoient au marché: c'est ce qui m'a engagé à communiquer à la Société d'Agriculture de Paris, l'expérience que je viens de rapporter, en répondant au desir de M. l'Intendant; & j'ai eu la satisfaction de voir dans les environs de Pithiviers, exécuter cette opération qui y étoit absolument inconnue.

Les blés, cette année (1785), ayant été encore attaqués de la carie, au point que l'on peut compter dans plusieurs provinces entre un quart & un tiers de blé noir ou moucheté, il est utile que le public connoisse le moyen de séparer ces blés viciés des grains sains. Il eût été aussi très-avantageux pour la France, que les cultivateurs eussent eu toute la confiance que mérite le moyen annoncé par M. Tillet, & qu'ils eussent préparé les semences de manière à prévenir la carie

des blés , ainsi que l'a prescrit ce zélé Académicien. La préparation des grains qu'on confie à la terre , est un sûr moyen pour anéantir ou du moins pour diminuer considérablement la carie ; j'en ai une preuve sans réplique dans l'expérience que je répète tous les ans , & que j'ai renouvelée principalement cette année où j'ai récolté des grains absolument exempts de carie au milieu de la contagion presque générale qui infectoit les terres voisines.

C'est d'après les principes établis par les Duhamel , dans le *Traité* publié en 1768 sur la conservation des grains , qu'on fait usage des étuves à Bernes , à Arau & à Zurich. L'Empereur vient d'ordonner la construction de plusieurs étuves relativement au même objet : je fais des vœux pour que nous ne soyons pas les derniers à en sentir toute l'utilité.



M É M O I R E

SUR

L'EFFET DES ÉTINCELLES ÉLECTRIQUES,
EXCITÉES DANS L'AIR FIXE.

Par M. M O N G E.

DEPUIS la découverte de la composition de l'acide nitreux par M. Cavendish, & de celle du gaz alkali volatil par M. Berthollet, les étincelles électriques étant devenues entre les mains des Physiciens un instrument au moyen duquel ils pouvoient composer certains gaz, & en décomposer d'autres, plusieurs d'entre eux se sont empressés de soumettre à cette épreuve la plupart des fluides élastiques connus.

M. Priestley, en excitant une suite d'étincelles électriques dans de l'air fixe, avoit déjà observé, 1.^o que par cette opération le fluide élastique augmente du trentième & même quelquefois du vingtième de son volume; 2.^o que l'air fixe, ainsi dilaté, semble avoir changé de nature, du moins en partie, puisqu'il n'est plus susceptible de se combiner entièrement avec l'eau, & qu'en séjournant sur ce liquide, le quart du fluide élastique résiste à l'absorption; 3.^o que ce dernier résidu ne rutilant pas avec l'air nitreux, ne contient point d'air déphlogistiqué.

M. Van-Marum avoit eu à peu près les mêmes résultats, en faisant l'opération plus en grand avec la machine qu'il a fait exécuter au musée de Harlem.

Il étoit donc important de répéter les expériences des deux Physiciens que nous venons de citer; d'abord, pour déterminer la nature du fluide élastique qui se trouve dans l'air fixe dilaté par les étincelles électriques, & qui refuse de se combiner avec l'eau; & ensuite pour découvrir, si

étoit possible, quelle est l'espèce d'altération que l'air fixe subit par cette opération. Dans cette vue nous avons fait, avec M. le Président Saron, & plusieurs autres de nos confrères, un assez grand nombre d'expériences, dont nous allons rapporter les principales; nous exposerons ensuite notre opinion sur l'effet que les étincelles électriques produisent dans l'air fixe.

L'air fixe sur lequel nous avons opéré, avoit été dégagé du marbre par l'acide vitriolique affoibli, & recueilli sur le mercure. Pour que ce fluide élastique ne fût pas altéré par quelques portions d'air atmosphérique, nous avions chassé tout l'air des vaisseaux, en remplissant d'acide le matras dans lequel devoit se faire l'effervescence, & en remplissant d'eau le tube qui devoit conduire le gaz sur le mercure: aussi l'air fixe étoit très-pur; il étoit entièrement absorbé par l'alkali caustique, & il ne laissoit aucun résidu sensible.

Nous avons distribué de ce fluide dans huit bocalx de cinq lignes de diamètre, & renversés sur du mercure dans des cuvettes séparées. Nous avons placé dans l'intérieur de chaque bocal, & dans l'espace que devoit occuper l'air fixe, un excitateur de fer, au moyen duquel nous pouvions produire des étincelles dans le gaz; & tous ces excitateurs communiquoient entre eux, de manière qu'on excitoit des étincelles en même temps dans tous les bocalx. La hauteur de l'espace que l'air fixe occupoit dans chaque bocal, étoit à peu-près de quatre pouces, ou de quatre pouces & demi, & la somme de ces espaces formoit une colonne cylindrique d'environ trente-quatre pouces de longueur.

En produisant des étincelles multipliées, nous n'avons pas tardé à nous apercevoir que le volume de l'air fixe augmentoit d'une manière sensible; mais les interruptions que nous avons été obligés de mettre à cette opération qui est très-longue & qu'on ne peut achever dans une séance, nous ont donné lieu de faire une remarque qui avoit échappé aux Physiciens qui s'étoient occupés des

mêmes recherches ; c'est que l'accroissement du volume de l'air fixe ne se fait pas seulement pendant le temps que l'on électrise, & qu'il continue encore ses progrès pendant plusieurs jours, quoiqu'on ne produise aucune étincelle. Après avoir ainsi suspendu & continué l'opération à plusieurs reprises, nous ne l'avons terminée que lorsque nous avons été bien assurés que l'électricité ne produisoit plus aucun changement. Alors le volume de l'air fixe étoit inégalement augmenté dans les différens bocaux, & son augmentation inoyenne étoit à peu-près du vingt-quatrième de son volume primitif ; car la somme de toutes les hauteurs formoit alors une colonne de trente-cinq poudes & demi, au lieu de trente-quatre poudes qu'elle avoit avant l'opération.

Nous avons encore remarqué dans ces expériences 1.^o que la surface du mercure dans l'intérieur de chaque bocal, se couvroit d'une poudre noire qui s'attachoit au verre, & qui le noircissoit près du mercure ; 2.^o que les excitateurs de fer placés dans l'air fixe, se calcinoient au point que dans la plupart des bocaux il se formoit de la chaux martiale qui tomboit de l'excitateur sur le mercure.

Le gaz dilaté par l'opération précédente, a été mis en contact avec de l'alkali caustique qui en a absorbé rapidement une partie, mais qui en a laissé une colonne de quatorze poudes sur laquelle il n'avoit plus d'action ; en sorte que le volume de l'air fixe dilaté, étoit à celui du fluide qui refusoit de se combiner avec l'alkali caustique, à peu-près dans le rapport de 35,5 à 14.

En exposant sur du foie de soufre un produit analogue que nous avions obtenu de quelques expériences antérieures, nous nous étions assurés que ce résidu ne contenoit point d'air déphlogistiqué ; ce qui s'accordoit avec les résultats de M. Priestley ; il restoit donc à savoir si ce fluide élastique étoit de la mofette atmosphérique ou de l'air inflammable aqueux ; car de tous les gaz connus, ces deux derniers sont les seuls qui refusent en même temps de se combiner avec l'eau, avec le foie de soufre & avec les alkalis caustiques. Pour

remplir

remplir cette double indication, nous avons mêlé le résidu avec de l'air déphlogistiqué dans le rapport de 3 à 7; & nous avons introduit le mélange dans trois bocalx renversés sur du mercure, & garnis dans l'intérieur d'excitateurs. Dans le cas où le résidu eût été de la mofette, en excitant des étincelles nous devions produire de l'acide nitreux, conformément à la découverte de M. Cavendish; & en supposant que c'eût été de l'air inflammable, les étincelles devoient donner lieu à des explosions.

Nous omettons plusieurs précautions que nous avons cru devoir prendre, & qui, comme on va le voir, ont été inutiles; par exemple, nous avons introduit dans chaque bocal sur le mercure, quelques gouttes d'alkali caustique pour absorber l'acide au cas qu'il dût s'en former; & dans la crainte que cet acide, en attaquant la substance de nos excitateurs, n'échappât à nos recherches, nous avons fait faire ces instrumens avec des fils d'or.

Dès la première étincelle, il s'est fait dans l'intérieur du premier bocal une explosion semblable à celle qui auroit eu lieu dans un mélange d'air inflammable & d'air déphlogistiqué, & le volume du mélange, qui dans le bocal étoit avant l'explosion de 3,55 pouces, a été réduit par là à 2,2 pouces. En excitant des étincelles dans les autres bocalx, nous avons produit de semblables explosions; mais les vases s'étant brisés par la violence des détonations, le fluide élastique s'est échappé, & nous n'avons pu juger de la diminution que son volume a dû éprouver; ainsi nous n'avons à cet égard d'autres mesures que celles que nous avons prises sur le premier bocal.

Il résulte de cette expérience, 1.^o qu'en excitant des étincelles multipliées dans l'air fixe, dépouillé de tout gaz étranger, & retenu sur du mercure, on augmente son volume; 2.^o que cette augmentation graduelle fait encore des progrès long-temps après qu'on a suspendu l'électrification; 3.^o qu'elle cesse enfin complètement après un certain temps, quoiqu'on continue d'exciter des étincelles, & qu'alors elle

est à peu-près du vingt-quatrième du volume primitif de l'air fixe; 4.^o que si l'excitateur est de fer, il se calcine pendant cette opération, & qu'il se répand sur le mercure une poudre noire qui ternit sa surface, & qui s'attache au verre; 5.^o que l'air fixe dilaté par les étincelles, est un mélange de deux fluides, dont l'un est miscible avec l'eau & avec les alkalis caustiques, & dont l'autre refuse de se combiner avec ces substances, & que le rapport des volumes des deux fluides qui composent ce mélange, est à peu-près de 21,5 à 14; 6.^o enfin que de ces deux fluides, celui qui ne se combine pas avec l'eau, est un air inflammable qui détone avec l'air déphlogistiqué, au moyen de l'étincelle électrique.

Actuellement, nous nous proposons de faire voir qu'on peut rendre raison de tous ces phénomènes d'une manière satisfaisante, sans qu'il soit nécessaire de supposer que l'air fixe ait éprouvé la moindre altération dans la substance.

En effet, de même que l'eau dissout une plus grande quantité d'air fixe par la même température, & sous des pressions égales, qu'elle ne dissout d'air atmosphérique; l'air fixe dissout à son tour une plus grande quantité d'eau dans les mêmes circonstances que l'air atmosphérique. Pour peu qu'on y réfléchisse, on reconnoitra que nous n'avons aucun moyen de nous procurer de l'air fixe qui ne tienne une grande quantité d'eau en dissolution, & que celui même qu'on obtient de la calcination de la terre calcaire, quoiqu'il soit dégagé par la voie sèche, est néanmoins saturé de ce liquide; car dans ce dernier cas, l'air fixe est chargé d'une partie de l'eau qui entre dans la composition de la terre calcaire, & qui est dégagée de la combinaison par la violence du feu: c'est à une portion de cette eau, tenue d'abord en dissolution par l'air fixe incandescent, & abandonnée ensuite en vertu du refroidissement, qu'il faut attribuer la forme de petits nuages que prennent les bulles d'air fixe, lorsqu'elles sortent du bec de la cornue, pour se répandre dans le bocal qui les reçoit; & ces nuages qui sont le produit

d'une véritable précipitation, prouvent que l'air fixe, obtenu par ce procédé, est saturé d'eau. Ainsi tout l'air fixe sur lequel on a coutume d'opérer dans les laboratoires, doit être regardé comme tenant une grande quantité d'eau en dissolution.

Or l'eau ne peut se dissoudre dans un fluide élastique sans augmenter son volume, parce qu'alors elle quitte l'état liquide, & qu'elle prend une densité qui approche davantage de celle du dissolvant. A la vérité, à quantités égales d'eau dissoute dans l'air fixe & dans l'air atmosphérique, l'augmentation produite dans le volume de l'air fixe, doit être moindre, parce que la densité de ce dernier gaz étant plus grande que celle de l'air atmosphérique, l'eau n'éprouve pas une aussi grande raréfaction pour entrer en dissolution; mais la quantité d'eau nécessaire à la saturation de l'air fixe étant beaucoup plus grande que celle que l'air atmosphérique peut dissoudre dans les mêmes circonstances, nous avons tout lieu de croire qu'il y a plus que compensation.

Un volume proposé d'air fixe n'est donc pas entièrement rempli par la substance même de ce fluide; & une portion assez considérable de ce volume doit donc être regardée comme occupée par l'eau que l'air fixe tient en dissolution; en sorte que, si par quelque moyen on privoit l'air fixe de cette eau, sans attaquer la substance, on diminueroit son volume d'une manière sensible.

Ce que nous venons de dire de l'air fixe par rapport à l'eau, doit aussi très-probablement se dire du même fluide élastique par rapport au mercure. En effet, de plusieurs expériences positives que nous avons faites en commun avec M. Vandermonde, & dont nous avons rendu compte à l'Académie, il résulte que le mercure se dissout dans l'air atmosphérique, & que la quantité de la dissolution, toutes choses d'ailleurs égales, augmente rapidement lorsqu'on élève la température du mercure. Il est probable que ce même métal se dissout aussi dans l'air fixe, en quantité d'autant plus grande que l'air fixe est plus pur, & qu'il

contient moins d'eau, & que par cette dissolution il augmente le volume du fluide élastique.

D'après cela, lorsqu'on excite des étincelles électriques dans l'air fixe, au moyen d'un excitateur de fer, ces étincelles disposent le métal à la calcination; & parce qu'il n'y a pas d'air déphlogistiqué libre qui puisse concourir à cette opération, le fer décompose l'eau que l'air fixe tient en dissolution, il s'empare de la base de l'air déphlogistiqué qui entroit dans la composition de l'eau, & il abandonne celle de l'air inflammable, qui, reprenant l'état élastique, occupe un volume plus grand que n'étoit auparavant celui de l'eau avant sa décomposition, même considérée dans son état de dissolution dans l'air fixe. La calcination du métal produit donc ici deux effets qui sont opposés, & dont on n'aperçoit que la différence: 1.^o en privant d'eau l'air fixe, elle diminue le volume de ce gaz; 2.^o en restituant de l'air inflammable, dont l'expansion est plus considérable, elle augmente le volume du fluide élastique d'une quantité plus grande, & c'est cet excès seul que l'on aperçoit. Ainsi, à mesure que l'on excite de nouvelles étincelles & que l'on continue de favoriser la calcination de l'excitateur, l'augmentation du volume du fluide élastique fait de nouveaux progrès, jusqu'à ce que l'air fixe soit entièrement dépouillé de l'eau qu'il tient en dissolution, ou du moins de celle qu'il peut abandonner à l'action du métal; alors cette augmentation cesse, parce que la calcination ne peut plus avoir lieu, & le fluide élastique est un mélange de l'air inflammable qui résulte de la décomposition de l'eau, & de l'air fixe privé de l'eau qu'il tenoit auparavant en dissolution.

Lorsqu'ensuite on expose ce mélange sur de l'alkali caustique, l'air fixe est absorbé, & ce qui reste est de l'air inflammable altéré par quelques légères portions d'air fixe qu'il soustrait lui-même à l'action de l'alkali. Enfin, lorsqu'on fait détonner ce gaz inflammable avec une dose convenable d'air déphlogistiqué, le produit de l'inflammation n'est que de l'eau, & il ne se trouve d'autre résidu que la

petite portion d'air fixe que l'air inflammable avoit retenue.

Tout ce que nous venons de dire paroît confirmé par les détails de l'expérience que nous avons rapportée. En effet, dans le bocal où nous avons mis le mélange d'air inflammable & d'air déphlogistiqué pour opérer la détonation, le volume total de ce mélange, avant l'explosion, étoit de 3,55 *pouces*, les deux fluides ayant été mêlés dans le rapport de 3 à 7; le volume occupé par l'air inflammable étoit de.....1,07
& celui de l'air déphlogistiqué étoit de..... 2,48

TOTAL..... 3.55

or l'air inflammable a dû consommer à-peu-près la moitié de son volume d'air déphlogistiqué, c'est-à-dire, à-peu-près 0,53 *pouces*; donc l'explosion a dû consommer 1,6 *pouces* de fluide élastique, & laisser un résidu de 1,95 *pouces*; ce qui s'accorde presque parfaitement avec les résultats de l'expérience, puisque notre résidu étoit réellement de 2,2 *pouces*.

Jusqu'ici nous avons attribué la dilatation opérée dans le volume de l'air fixe par les étincelles électriques, à la calcination du métal seul de l'excitateur; cependant, lorsqu'on fait cette opération sur du mercure, le même phénomène a encore lieu, quoique l'excitateur que l'on emploie ne soit pas susceptible de se calciner; c'est ce que M. le Président de Saron a vérifié, en répétant l'expérience dont il s'agit, avec des excitateurs de platine. Mais nous avons déjà remarqué que le mercure ayant comme l'eau la faculté de se dissoudre dans les fluides élastiques, l'air fixe dissout une partie de ce métal, qui augmente le volume du fluide élastique; les étincelles électriques disposent à la calcination le mercure dissous qui se trouve dans leur voisinage, & cette calcination, qui ne peut s'opérer que par la décomposition de l'eau tenue en dissolution dans l'air fixe, & par la reproduction de l'air inflammable, donne lieu à

la poudre noire que l'on aperçoit sur la surface du mercure, & qui ternit l'intérieur du bocal. À mesure que par-là l'air fixe se dépouille & du mercure & de l'eau qu'il tient en dissolution, il devient en état de dissoudre du nouveau mercure. Cette dissolution postérieure augmente encore son volume, & la lenteur de cette dissolution, est la cause du progrès que fait ensuite la dilatation du fluide élastique, quoique l'on suspende pendant quelque temps l'électrification.

On voit donc que l'on peut rendre raison de la dilatation que l'étincelle électrique produit dans le volume de l'air fixe, sans supposer que ce fluide soit altéré dans sa composition; & l'on explique d'une manière raisonnable, jusques aux plus petites circonstances de ce phénomène, en supposant qu'il résulte de la calcination de la substance même de l'excitateur & du mercure tenu en dissolution dans l'air fixe, & en attribuant cette calcination à la décomposition de l'eau dissoute dans ce même fluide élastique; ce qui n'a rien que de conforme aux connoissances que nous avons actuellement en Chimie.

Il résulte de l'expérience que nous avons rapportée, & de l'explication que nous en avons donnée, que la calcination de certains métaux dans l'air fixe, ne présente rien qui puisse servir d'appui aux chimistes qui tiennent encore à la théorie du phlogistique. Car il est certain que les métaux que l'on a calcinés jusqu'ici dans l'air fixe, sont aussi susceptibles de se calciner dans la vapeur de l'eau, sans aucun contact ni avec l'air déphlogistiqué libre, ni avec l'air fixe; il est pareillement certain que l'air fixe, même le plus pur, tient de l'eau en dissolution: ainsi, lorsque ces métaux plongés dans l'air fixe, se trouvent d'ailleurs dans les autres circonstances favorables à la calcination, ils se calcinent en décomposant l'eau tenue en dissolution dans l'air fixe, comme ils le feroient en décomposant la vapeur de l'eau, s'ils étoient plongés dans ce dernier fluide.

Nous ne prétendons pas que les métaux ne puissent se calciner dans l'air fixe pur & dépouillé de toute l'eau qu'il

peut tenir en dissolution ; les expériences qu'on a faites jusqu'à présent, ne nous apprennent rien à cet égard : mais nous pensons que quand la calcination d'un métal, privé du contact de l'air déphlogistiqué, donne lieu à un dégagement d'air inflammable, & que quand on est d'ailleurs assuré que le métal est environné d'eau, dans quelque état qu'elle soit, cette calcination doit être attribuée à la décomposition de l'eau.

Nous terminerons ce Mémoire par une remarque qui jettera encore quelque jour sur les matières dont il s'agit. L'air fixe est un acide qui, comme tous les autres, a de l'affinité pour les chaux métalliques, & qui a la faculté de se combiner avec elles ; lors donc que dans les expériences précédentes, le fer ou le mercure se sont calcinés au moyen de la décomposition de l'eau, les chaux de ces métaux absorbent de l'air fixe, ce qui diminue la quantité de ce gaz qui se trouve libre après cette opération.

Il est même très-probable que c'est la présence de l'air fixe qui détermine la calcination du métal & la décomposition de l'eau, comme le fait dans d'autres circonstances la présence des acides vitriolique ou marin ; & l'on voit pourquoi l'étincelle électrique, excitée dans la moffette atmosphérique & dans l'air inflammable, ne calcine pas l'excitateur, quoique ces deux gaz puissent tenir, & tiennent en effet, en dissolution de l'eau qui, par sa décomposition, sembleroit devoir contribuer à la calcination du métal. Dans ce dernier cas, la calcination n'a pas lieu, parce qu'elle n'est pas déterminée par la présence d'un acide.



OBSERVATIONS (a)

SUR

LE TRAITEMENT DE LA RAGE

Par M. P O R T A L.

IL n'y a point de matière sur laquelle les opinions soient plus partagées que sur le traitement de la rage.

Les anciens ont proposé, contre cette affreuse maladie, une multitude de remèdes, les uns plus extraordinaires que les autres, & ils n'ont pas manqué, pour en faire valoir le mérite, de rapporter des cures plus ou moins merveilleuses qu'ils leur attribuoient. Des récompenses honorifiques & pécuniaires ont été données en divers temps par des Princes amis de l'humanité, & souvent après des enquêtes faites par le Ministère public, & même par des corps de Médecine.

Cependant, tous ces remèdes auxquels on avoit accordé tant de confiance, ont été dans la suite reconnus insuffisans, & sont enfin tombés dans le discrédit qu'ils méritoient.

On en trouve le recueil dans plusieurs ouvrages anciens & modernes. A leur exemple, j'ai joint un catalogue chronologique de tous ces remèdes, à celui que j'ai publié sur la rage il y a quelques années. On doit aussi à M. Andri, docteur-régent de la Faculté, & Membre de la Société royale de Médecine, un ample recueil des remèdes contre la rage, avec des observations critiques & historiques intéressantes,

Mais de tous ceux qui ont été indiqués, il n'y en a pas qui ait réuni plus de suffrages que les frictions mercurielles.

(a) Ces observations ont été lûes cette année 1786, à la rentrée du Collège royal.

Le frère du Choisel, jésuite, disoit avoir préservé ou guéri par cette méthode plus de cinq cents personnes; & l'on fait que M. de Sault, médecin de Bordeaux, que Sauvages, professeur de médecine à Montpellier, que Van-Swieten, de Haen, & presque tous les grands médecins de l'Europe, ont adopté cette méthode de traiter la rage, comme la plus sûre.

« Le mercure, dit M. Tissot, administré sous la forme de frictions, est aussi efficace qu'il l'est contre le mal « vénérien ». Ce médecin les a ordonnées à un grand nombre de personnes mordues par des chiens enragés, sans qu'aucune ait été attaquée de cette maladie. « Non-seulement, ajoute M. Tissot, on peut se préserver de la rage par ce « remède, mais on peut la guérir quand elle s'est manifestée « par ses symptômes ».

M. Tissot confirme son opinion par des exemples : il observe cependant que ce traitement a été quelquefois sans succès; « mais quelle est la maladie, dit ce médecin, qui n'ait pas ses cas incurables ! »

C'est pour en diminuer le nombre, que M. de Lassone a cru devoir réunir à l'usage des frictions mercurielles celui des remèdes antispasmodiques. Sa méthode a été répandue dans le royaume par ordre du Gouvernement. Enfin, tout le monde connoît les belles observations de M. Erhman, publiées par ordre des magistrats de Strasbourg.

Ce médecin a préservé de la rage tous ceux qu'il a traités, par les frictions mercurielles, avant l'invasion de cette cruelle maladie.

Tant de témoignages, & beaucoup d'autres non moins recommandables que je pourrois rapporter en faveur de cette méthode, m'ont déterminé à la mettre en usage lorsque j'ai été dans le cas de traiter des personnes qui avoient été mordues par des animaux enragés, ce qui m'est arrivé plusieurs fois; & comme ma pratique m'en a fourni d'heureux résultats, j'ai cru devoir la recommander dans un ouvrage que j'ai publié en 1777.

Mém. 1786.

K k k

J'ai prescrit de joindre l'usage des antispasmodiques à celui des frictions mercurielles, sans négliger les moyens qui peuvent opérer le dégorgement des plaies; & j'ai eu de tels succès, que je n'ai pas balancé à donner à ce traitement la préférence sur tous les autres.

Il a aussi été éprouvé & recommandé en Allemagne & en Italie, où l'on a traduit & répandu gratuitement mon ouvrage.

On l'a aussi employé avec succès dans les diverses généralités du royaume, & l'on a généralement été persuadé que l'on avoit trouvé, sinon une méthode curative de la rage, du moins une méthode préservative.

C'est le résultat d'un grand nombre d'observations, & dont plusieurs m'ont été communiquées depuis la publication de mon ouvrage, par des médecins du premier ordre. Je ne les rapporterai pas pour plus grande brièveté, & d'ailleurs parce qu'elles ne contiennent rien de plus que ce que j'ai annoncé : mais je ne passerai pas sous silence un fait dont j'ai été témoin; il m'a paru digne de la plus grande attention.

Quatre personnes avoient été mordues par un chien enragé (b) à Brié-Comte-Robert; la désolation étoit dans la ville : M. l'Intendant de Paris crut devoir m'y envoyer pour leur faire suivre le traitement que je venois de recommander. Flatté de cette marque de confiance & pénétré du desir de faire une expérience heureuse, je me rendis à Brié-Comte-Robert avec M. Aubert, subdélégué de l'intendance, qui n'a rien négligé pour le succès du traitement. Il réunit en un seul lieu les personnes qui avoient été mordues, & avec d'autant plus de difficulté, qu'elles avoient donné leur confiance à des charlatans qui étoient passés peu de temps après leur accident. Ils leur avoient promis leur guérison, s'ils mangeoient à certaines

(b) Suivant le procès-verbal, cet animal fut tué par un garde-chasse. Il avoit mordu deux chiens qui étoient devenus enragés : c'est ce que plusieurs personnes, qui ont été judiciairement entendues, ont déposé.

heures de la journée un oignon blanc, s'ils récitoient quelques prières à l'honneur de Saint-Hubert, dont ils se disoient les vrais chevaliers.

Ce ne fut pas sans peine qu'on parvint à les détromper de leurs promesses & à leur inspirer de la confiance pour notre méthode; ce qui étoit d'autant plus nécessaire, que la crainte de la rage est une des plus puissantes causes qui puisse la faire déclarer.

Les quatre malades, Louis Pion, dit Samson, Louis Vaisliere, Geneviève Vaisliere sa sœur, Claude Caron, avoient tous été mordus en plusieurs endroits.

Louis Samson avoit été mordu à nud sur le dos de la main droite, en trois endroits. Ses plaies, lorsque je les ai examinées pour la première fois, étoient noires, & leurs bords étoient saillans, très-inégaux, comme fongueux.

Tout le dos de la main étoit enflé & couvert d'une échymose; le malade y éprouvoit des douleurs lancinantes, comme si on l'y eût piqué à diverses reprises avec une épingle, c'étoit son expression. Il nous dit qu'elles avoient beaucoup augmenté depuis deux jours; qu'elles paroissent prêtes à se cicatrifier, lorsque les bords de ces plaies se sont élevés & ont commencé à se renverser en-dehors.

Louis Vaisliere a été mordu au bras droit sur son habit, & à la jambe gauche sur son bas. Les bords de la plaie n'étoient pas élevés, ni inégaux, ni renversés; ils commençoient à se réunir par une cicatrice autour de laquelle il y avoit une légère échymose.

Geneviève Vaisliere a été mordue à la lèvre inférieure, très-près de la commissure droite, & presque dans la partie rouge de la lèvre; il s'est écoulé pendant une demi-heure beaucoup de sang de la plaie, qui étoit, lors de ma visite, recouverte d'une croûte noirâtre; la lèvre inférieure étoit gonflée & noire, par une échymose qui s'étendoit sur le menton. La malade a dit ressentir des douleurs dans sa plaie, lesquelles étoient très-vives dans quelques instans.

K k k ij

Claude Caron a été mordu sur son bas à la jambe droite; il avoit deux plaies sur le muscle jumeau interne; elles n'étoient pas encore cicatrisées, & il y ressentait, par intervalles, des douleurs lancinantes, ou autrement il y éprouvoit un engourdissement douloureux.

Le pouls de ces quatre malades paroîssoit dans l'état naturel, à l'exception de celui du sieur Samson qui étoit fréquent, plein & très-irrégulier.

Ces quatre personnes ont été réunies dans une infirmerie. Le traitement par les frictions, combiné avec les antispasmodiques, leur a été soigneusement administré, sans négliger le traitement local des morsures, qu'on a d'abord dégorgees par des sangsues, & ensuite par les vésicatoires; en un mot, la méthode que j'ai publiée, & qui est à-peu-près celle de plusieurs autres médecins, a été suivie de point en point. Nous en supprimerons ici les détails pour plus grande brièveté, & d'ailleurs parce qu'ils sont connus.

Trois de ces malades n'ont eu aucun accident pendant le traitement; leurs plaies ont bientôt tourné à bonne suppuration & se sont parfaitement cicatrisées: mais il n'en a pas été de même de Louis Samson; il lui survint, au milieu du traitement, une insomnie cruelle; il devint triste & rêveur; & quoiqu'il fut dans une chambre bien échauffée, il se plaignit de frissons qui le pénétroient, disoit-il, jusqu'à la moëlle des os, & ils lui paroîssent partir des plaies comme d'un centre, & d'où ils se répandoient dans les autres parties du corps.

Les bords de ses morsures se gonflèrent considérablement; son regard devint fixe, sa voix étoit brusque, & il eut une telle aversion pour toute espèce de boisson, qu'il fallut d'abord le violenter pour la lui faire prendre. A force de représentations sur la nécessité où il étoit de boire, il se déterminà à porter la boisson à la bouche; mais il l'en retira plusieurs fois avec précipitation. Cependant M.^{re} Meignan

& Paschal, chirurgiens de Brie-Comte-Robert, lui ayant fait de nouvelles instances, il avala presque tout d'un trait un demi-gobelet de tisane; il ne voulut plus boire tout le reste de la journée, & répondit toujours avec aigreur à ceux qui voulurent l'y engager; il avaloit au contraire avec assez de facilité les bols antispasmodiques, qu'on lui donnoit en très-grand nombre, & même les alimens solides qu'il demandoit quelquefois lui-même.

J'appris en peu de temps, par un exprès qu'on m'envoya, l'état de ce malade. Je conseillai d'augmenter la dose des bols antispasmodiques, & de lui donner la friction mercurielle le soir & le lendemain matin. Chaque friction étoit de deux gros d'onguent, fait par moitié; on ne les administroit que tous les deux jours. Je conseillai aussi de faire mettre les pieds dans l'eau, ce qu'il refusa d'abord; mais il les y mit sans difficulté le lendemain. Le malade eut une légère salivation, & le soir il commença à prendre quelques cuillerées de liquides; le surlendemain, la suppuration des plaies parut de meilleure qualité, leurs bords s'affaîsèrent; en peu de jours elles se cicatrisèrent; il ne survint plus d'accident fâcheux. Le sieur Sanfon a depuis joui de la meilleure santé.

Il y a peu d'observations qui paroissent d'abord aussi intéressantes en faveur du traitement de la rage, que celle que je viens de rapporter; il semble n'avoir pas été seulement préservatif, puisqu'il est survenu des symptômes qui précèdent la rage, & que c'est en continuant le traitement qu'on les a vus se dissiper; ce qui mérite sans doute la plus grande attention des gens de l'art. Mais comme ces mêmes accidens sont arrivés dans des maladies inflammatoires, dans des fièvres malignes, à la suite des diverses maladies des nerfs, n'ont-ils pas pu également avoir lieu indépendamment de la rage? & comme, dans le cas que nous venons de citer, ces accidens ont souvent cessé sans suite fâcheuse, n'ont-ils pas pu finir de même? Mais d'un autre côté, les plaies du sieur Sanfon ont été toujours d'un

mauvais caractère, & il est le seul des quatre personnes mordues qui ait éprouvé cette légère hydrophobie.

D'autres faits recueillis dans la suite pourront peut-être donner plus de valeur à celui-ci.

Quoi qu'il en soit, l'histoire du traitement dont je viens de parler, a été constatée journellement par les chirurgiens de Brie-Comte-Robert, par les officiers municipaux de la ville ; & j'ai été témoin d'une partie des faits dont je viens de rendre compte.

J'ai eu encore occasion, depuis la publication de mon ouvrage sur la rage, de recueillir diverses observations qui tendent à prouver que les personnes qu'on a traitées par les frictions mercurielles combinées avec les antispasmodiques, sans négliger le traitement local, ont été généralement préservatives ; elles m'ont été communiquées par plusieurs médecins bien connus. J'ai aussi été témoin de quelques faits de ce genre. Je citerai entr'autres la femme d'un parfumeur de la rue Saint-Jacques, qui fut mordue, le 24 Septembre 1779, par un chien enragé ; elle fut soumise par un de mes disciples (c) au traitement que j'avois proposé, & elle n'éprouva aucun symptôme de rage, tandis qu'un enfant qui avoit été mordu par le même animal, & qu'on n'a point traité, est mort de cette affreuse maladie quelques jours après. Je pourrois rapporter plusieurs autres observations, si l'on n'en trouvoit un grand nombre dans les auteurs qui ont écrit sur la rage ; & ils s'en sont même souvent servis pour donner du crédit à des remèdes dont l'insuffisance est aujourd'hui généralement reconnue.

Il faut donc prendre garde que les observations ne soient pour nous la source de nouvelles erreurs.

On a souvent cru avoir préservé de la rage des personnes mordues par des animaux, sans s'être assuré si ces animaux étoient réellement enragés ; ce qu'il étoit cependant essentiel de constater avant tout.

(c) M. Cozette, fils.

D'autres fois on a conclu que l'on avoit préservé de la rage des individus, parce qu'ils avoient été mordus par des animaux enragés; ce qui n'est cependant rien moins que concluant, puisqu'il est si souvent arrivé que de plusieurs personnes qui avoient été mordues par un animal qui avoit la rage, il y en a qui l'ont contractée & en sont mortes, & que d'autres n'en ont éprouvé aucun symptôme. Sans doute que l'animal peut déposer son venin sur les vêtemens de celui qu'il mord, & alors il n'est pas surprenant qu'il ne lui communique pas la rage, mais même il peut mordre à nud & ne la point donner; l'expérience l'a prouvé: bien plus, on a observé que de plusieurs personnes qui avoient été mordues, tantôt c'est la seconde ou la troisième qui a contracté la rage, tandis que les autres, la première même, en ont été à l'abri. Or cependant si ces personnes avoient été soumises au traitement, on n'auroit pas manqué d'avancer, comme on l'a fait si souvent, qu'elles avoient été préservées de la rage.

On ne peut rien statuer non plus sur le nombre ni sur la grandeur des morsures. On a vu des animaux enragés mordre certaines personnes en plusieurs endroits du corps & à nud, & ne point leur communiquer la rage, tandis qu'un homme dont parle Baccius, mourut de la rage pour avoir été piqué par un coq, & qu'un autre, au rapport de Baulin, périt aussi de cette maladie pour avoir été mordu par un chat, & si légèrement, qu'à peine on apercevoit sur la peau l'empreinte des dents de l'animal.

Ces faits, que nous avons amplement rapportés & discutés dans notre traité sur la rage, doivent nous rendre bien circonspects, quand il est question de juger des effets d'un remède contre cette maladie. Ne pourra-t-on pas, par exemple, élever quelques doutes sur l'efficacité des simples cautérisations des plaies recommandées aujourd'hui par des chirurgiens habiles & justement célèbres, quand on saura que plusieurs personnes sont mortes de la rage, après avoir souffert les douleurs des cautères? On ajoutera que ce n'est

plus avec les cautères actuels ou avec des instrumens de métal rougis au feu que l'on cautérise aujourd'hui ; mais avec un caustique potentiel , le beurre d'antimoine , qui se liquétie & pénètre beaucoup mieux que les autres. Sans doute que , par ce moyen , on cautérise mieux les plaies & leurs sinuosités ; mais détruit-on mieux ainsi le virus hydrophobique qu'en emportant la partie mordue par l'excision ou par l'amputation , comme on l'a fait plusieurs fois & sans succès ?

Le virus hydrophobique ne pénètre-t-il pas avec trop de célérité l'intérieur du corps , pour qu'on puisse regarder la cautérisation des plaies , même l'excision , même l'amputation des parties mordues , comme un remède suffisant pour en prévenir les fâcheux effets ?

La communication de la rage de l'animal se fait , tantôt par la bave , qui se mêle immédiatement avec la salive de l'homme , comme il est arrivé à ceux qui l'ont contractée , en se faisant lécher les lèvres par un chien , ou qui ont mangé quelqu'aliment imprégné de la bave de l'animal enragé ; tantôt , & cela arrive beaucoup plus fréquemment , elle se transmet par les plaies , à peu-près comme on communique la petite vérole , dans l'inoculation , par les piqûres. Dans le premier cas , la rage se déclare en peu de jours ; plusieurs observations sembleroient prouver que dans l'autre elle reste souvent quelques mois à se déclarer. Mais doit-on cependant conclure qu'alors le foyer hydrophobique est dans la plaie tout ce temps sans produire aucun effet dans l'intérieur , & qu'on pourroit les prévenir en détruisant ce foyer externe par quelque traitement extérieur ? ou bien , doit-on penser que le virus introduit dans l'intérieur immédiatement après la morsure , a eu besoin , pour pouvoir produire les effets de la rage , d'un temps si long pour acquérir assez d'activité ? C'est l'opinion générale ; mais vaut-elle mieux que l'autre ? il est difficile de le décider.

Je rapporterai seulement ici une expérience que j'ai faite deux fois , au sujet de l'inoculation de la petite vérole.

J'ai

J'ai lavé les piqûres superficielles que j'avois faites au bras , pour cette opération , avec de l'eau tiède & dans l'instant, afin de détruire l'effet du virus variolique ; mais elle n'a pas empêché la petite vérole de survenir. Le virus hydrophobique ne pénètre-t-il pas aussi vite que celui de la petite vérole ? il y a lieu de le croire. Ainsi la théorie sembleroit improuver la méthode de ceux qui regardent la cautérisation comme le seul & unique remède de la rage , si d'ailleurs , comme nous l'avons dit plus haut , les observations n'avoient déjà démontré l'insuffisance de cette seule méthode.

Sans doute que l'on pourroit également citer des exemples de l'insuffisance de plusieurs méthodes de traiter la rage par des remèdes internes ; mais celle des frictions combinée , avec les antispasmodiques , sans négliger le traitement local , est encore moins infirmée que les autres , & il faut prendre garde de ne point l'abandonner pour en prendre une autre dont le résultat sera encore plus incertain. Ceux qui ont recommandé les frictions mercurielles & les antispasmodiques contre la rage , n'ont point exclu le dégorgement des plaies , soit par les scarifications , soit par les cautérisations ; & comme le traitement intérieur & le traitement extérieur ne peuvent se détruire , pourquoi ne pas les combiner ensemble ? L'incertitude du succès ne sera-t-elle pas moins grande , quand on aura réuni plusieurs moyens pour l'obtenir ?



M É M O I R E

S U R L E V O I L I E R ,

*Espèce de Poisson peu connue, qui se trouve dans
les Mers des Indes.*

Par M. BROUSSONET.

23 Déc.
1786.

MARCGRAVE est le premier auteur qui ait parlé de ce poisson; il l'a appelé *Guébucu*, nom sous lequel il est connu des habitans des côtes du Brésil. La description qu'en a donnée ce Naturaliste, n'est pas fort exacte; elle a d'ailleurs, comme toutes celles de son siècle, le défaut de n'être point assez détaillée. La figure qu'il y a jointe est incorrecte: plusieurs parties de ce poisson sont mal rendues. *Willughby* l'a cependant copiée ainsi que la même description. *Valentin*, dans son histoire d'Amboine, a donné une figure très-imparfaite, & à peine reconnoissable, du même poisson, qu'il a désigné sous le nom de *Zee snip*, c'est-à-dire, *Bécasse de mer*, parce que son museau se prolonge en forme de bec. Les Portugais le connoissent sous la dénomination de *Bicuda*, qui équivaloit au nom hollandois. *Renard* en a laissé une mauvaise figure dans son ouvrage sur les poissons des Indes; il le nomme *Kan layer* ou poisson voilier; c'est sous ce dernier nom que j'ai cru pouvoir le désigner en françois.

Les descriptions & les figures qu'ont données de ce poisson les auteurs que je viens de citer, sont toutes imparfaites, & ont induit en erreur les divers ichthyologistes qui ont cru, d'après ces écrivains, devoir le rapporter au genre de l'Espadon; c'est ainsi qu'il a été classé par *Klein*, *Bæck* & *Kœlpin*. Mais la présence des nageoires ventrales prouve qu'il est d'un genre bien différent, & même très-éloigné de celui-ci.

Le Voilier n'a de commun avec l'Espadon que la forme de son bec. Il se rapproche beaucoup plus des poissons de la famille des *Thons* (*Scomber*) ; il a les nageoires du dos & celles de derrière l'anus terminées par des rayons ramifiés qui ont une grande ressemblance avec les petites nageoires qu'on voit vers la partie postérieure du corps des *Thons* & des *Maquereaux*. La grandeur de la nageoire de la queue, dont les deux lobes forment un croissant, fait qu'il ressemble assez à la *Bonite* qui est de la même famille ; il a d'ailleurs plusieurs caractères des poissons de cet ordre, tels que la grandeur de la nageoire dorsale ; les nageoires ventrales, étroites & allongées ; le museau pointu & les dents petites.

Je ne crois cependant pas que le Voilier doive être placé dans le même genre ; il a d'ailleurs assez de caractères essentiels pour qu'on puisse en faire, dans une méthode, un genre distinct de celui du *Scomber*.

Je vais tâcher de suppléer à ce qui manque du côté de l'exactitude, dans les descriptions publiées jusqu'à présent du *Voilier*. L'individu sur lequel a été faite celle que je donne, est dans la collection de M. le chevalier Banks à Londres. Sa longueur, depuis le bout du museau jusqu'au milieu de la queue, étoit de sept pieds six pouces. Le plus long qu'avoit vu Marcgrave, n'avoit que quatre pieds. J'ai vu le dessin d'un de ces poissons pris sur les côtes de Sumatra, & qui avoit neuf pieds de long : celui que j'ai décrit avoit été pêché dans les mers des grandes Indes ; les Anglois l'appeloient *Sword-fish* ou *Ola-fish*. Il avoit les mâchoires allongées, pointues ; la supérieure étoit la plus longue ; elle étoit un peu aplatie à sa base, & presque cylindrique à son extrémité, qui se terminoit en pointe. La mâchoire inférieure étoit trois fois plus courte que la supérieure, également élargie à sa base, & se terminant en une pointe légèrement recourbée : l'intérieur du palais étoit recouvert de dents petites, inégales, un peu pointues & très-rapprochées ; elles s'étendoient jusqu'à la partie supérieure de la

Voyez la
figure
ci-jointe.

mâchoire la plus longue, où elles devenoient obtuses, ce qui rendoit cette partie semblable à du chagrin. Le museau, pris depuis la base du crâne jusqu'à son extrémité, formoit à-peu-près le tiers de toute la longueur du poisson : les ouvertures nasales étoient grandes & très-rapprochées des yeux ; elles étoient en partie fermées par une petite membrane arrondie & relevée. Les yeux étoient très-gros, orbiculaires, & situés un peu avant la région de l'angle de l'ouverture de la gueule. Les opercules des ouïes étoient doubles, arrondis sur les bords, membraneux, mous & très-lisses ; la membrane branchiostège étoit grande, épaisse, & les parties de chaque côté se réunissoient antérieurement par une membrane transversale légèrement frangée, & qui n'adhéroit point au sternum. Les rayons qui la soutenoient, au nombre de sept de chaque côté, étoient larges & un peu arqués. Il y avoit à la partie supérieure & postérieure de la tête, un pli longitudinal qui se continuoît jusqu'à la base de la première nageoire dorsale ; celle-ci occupoit la plus grande partie du dos : elle étoit composée de quarante-cinq rayons ; les premiers étoient les plus larges ; ils étoient successivement plus longs : le plus alongé avoit vingt-six pouces ; il étoit situé au milieu de la nageoire : les derniers étoient courts, & ils ne se divisoient point à leur extrémité comme les antérieurs. Tous ces rayons étoient réunis par une membrane assez épaisse, parsemée d'un grand nombre de taches noires. Le poisson peut, quand il le veut, cacher en partie, cette nageoire dans une rainure particulière formée par les bords du dos, qui sont saillans dans toute sa longueur.

Marcgrave a dit que ce poisson n'avoit qu'une nageoire dorsale ; il en a cependant deux. La seconde, dans celui que j'ai examiné, commençoit immédiatement après la première ; elle étoit de médiocre grandeur, & composée de sept rayons très-séparés, ressemblant aux petites sautes nageoires qu'on observe vers la queue de la plupart des poissons de la famille des scombres. Les nageoires pectorales étoient

grandes, arquées, & ne s'étendoient pas jusqu'à la région de l'anus : on y comptoit quinze rayons ; le supérieur étoit fort large & osseux : les nageoires ventrales étoient rapprochées les unes des autres ; chacune étoit composée de deux rayons osseux, aplatis, très-unis, & logés, en partie, dans une rainure particulière, située le long de l'abdomen, à la partie antérieure. Elles étoient plus longues que les nageoires pectorales, & implantées dans la région au-dessous de celle qu'occupoient ces dernières ; ce qui prouve que ce poisson doit être rangé parmi les Thorachiques.

L'anus étoit plus près du bout de la queue que de l'extrémité du museau : la première nageoire *anale* étoit placée immédiatement après l'anus ; elle étoit oblongue & peu étendue : la seconde étoit au-dessous de la dorsale postérieure, & éloignée de la première anale : les rayons étoient semblables aux rayons de celle-ci ; le dernier étoit seulement un peu moins long. De chaque côté de la queue on voyoit deux membranes horizontales, posées l'une sur l'autre, arrondies, & très-saillantes. La nageoire de la queue étoit divisée en deux lobes étroits, & en forme de faux ; elle avoit vingt-deux pouces de long : les rayons latéraux étoient contigus, larges & osseux ; ceux du milieu, qui étoient les plus courts, étoient séparés & très-divisés. Les écailles étoient recouvertes presque en entier par la peau ; elles étoient dures, allongées, se rétrécissoient vers leur base, & avoient trois ou quatre lignes de largeur ; elles étoient répandues sans ordre sur tout le corps ; toutes étoient cependant tournées vers la queue. La ligne latérale, formée par des écailles un peu arrondies, étoit d'abord arquée sur les nageoires pectorales, & se continuoient ensuite en ligne droite jusqu'à la queue.

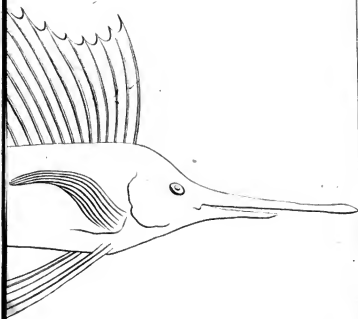
L'œil étoit renfermé dans une cavité particulière, cartilagineuse, épaisse, dure, & percée antérieurement d'un trou ovale de près de deux pouces de diamètre. On voyoit postérieurement un autre trou plus petit que l'antérieur ; il donnoit passage au nerf optique ; ses bords étoient incéaux.

Cette espèce de boîte étoit composée de deux parties presque hémisphériques & collées l'une contre l'autre ; on y voyoit un petit trou oblique qui laissoit passer un nerf.

Plusieurs auteurs ont parlé du bec ou plutôt de la mâchoire supérieure de ce poisson ; mais la plupart n'ont pas connu l'animal auquel cette mâchoire avoit appartenu. Grew, dans la description du cabinet de la Société Royale de Londres , en a parlé sous le titre de *head of the suck-fish* ; il dit que cette partie est composée de deux os joints entr'eux. Mortimer a décrit cette mâchoire dans le quarante-neuvième volume des Transactions philosophiques ; & le dessin qu'il a joint à sa description , prouve qu'elle appartenoit au même poisson : cette partie fut trouvée enfoncée dans le bordage d'un vaisseau.

La forme particulière du Voilier annonce la grande vitesse avec laquelle ce poisson nage : le bec , dans ceux qui sont un peu gros , est très-dur , & peut aisément pénétrer dans le bois. J'ai eu occasion d'examiner un de ces becs trouvé dans le bordage d'un vaisseau ; il avoit trois pouces de diamètre à un pied de son extrémité ; il étoit composé de deux portions parallèles , formées chacune par la réunion de plusieurs autres beaucoup plus petites , ressemblant à de l'ivoire dégradé par le temps. M. Kœlpin, dans les Mémoires de l'Académie de Stockholm , année 1771 , a donné la figure d'une portion de la première nageoire dorsale , des nageoires de l'abdomen , & d'une partie du bec de ce poisson ; il n'a compté dans cette portion de nageoire dorsale que trente & un rayons , dont le plus long étoit de trois pieds trois pouces : le bec avoit deux pieds de long ; ce qui prouve que ces parties avoient appartenu à un individu bien plus gros que celui dont j'ai parlé.

Lorsque le Voilier est parvenu à une certaine grosseur , il ressemble alors à un petit cétacé ; il nage , comme ceux-ci , souvent près de la surface , la première nageoire dorsale hors de l'eau. On le découvre alors de très-loin ; il a d'ailleurs le dos bleuâtre & presque semblable à celui des Marfousins.





Les marins le regardent comme un avant-coureur du gros temps.

Comme tous les poissons de la famille des Sombres, le voilier est voyageur, & s'approche peu du rivage; on le prend en pleine mer du côté du Bresil, aux environs de l'Isle-de-France, de Madagascar, & dans les mers des Indes.

M. le chevalier Banks a bien voulu me communiquer la figure d'un poisson, presqu'entièrement semblable à celui que je viens de décrire; mais avec cette différence que les rayons de la première nageoire dorsale étoient très-courts. Le dessin de cette variété avoit été fait sur un individu pêché près de la côte de Sumatra; il avoit neuf pieds de long, & pesoit 200 livres. Les Malais le nommoient *Thouhou*, & les Anglois lui donnoient le nom de *Sword fish*. On croyoit que c'étoit le mâle de celui qui a la nageoire dorsale très-grande. N'ayant pas été moi-même à portée de voir ce poisson, je n'ose pas décider s'il diffère seulement de l'autre par le sexe, ou bien s'il doit former une espèce distincte.



OBSERVATIONS

SUR LE

TRAITEMENT DES MINÉRAIS DE FER

À LA FONTE.

Par M. DUHAMEL.

Là
le 13 Déc.
1786.

LES Minerais les plus riches en fer, ne sont pas toujours ceux qui, traités dans nos grands fourneaux, donnent le meilleur fer ni même le plus abondamment; l'on est fort étonné que, fondus sans addition d'autres minerais plus pauvres, ils rendent souvent moins de métal que ces derniers reconnus, par des essais docimaïtiques, pour être beaucoup moins riches.

Nos fondeurs sont accoutumés à nommer *mines sèches*, les minerais en roche dure & compacte, tels que l'hématite, les minerais spéculaires, spatiques & autres semblables, les plus riches en fer: dénomination que ces ouvriers leur donnent, parce qu'ils ne peuvent parvenir à les fondre avantageusement dans les hauts fourneaux sans y ajouter d'autres minerais moins riches, dont les substances étrangères leur servent de fondans; ce que j'ai eu occasion de vérifier moi-même bien des fois, en ne faisant charger le fourneau que de minerais les plus riches en métal.

J'ai cherché à deviner la raison pour laquelle ces minerais ne donnent ordinairement que peu de fonte, & souvent même de mauvaise qualité, quoique susceptibles de fournir de bon fer.

Je présumai avec raison, & d'après mes expériences, que ces minerais contenant plus de parties métalliques que de terreuses, leur fusion, ainsi que celle de la castine ajoutée dans la proportion ordinaire, ne pouvoit procurer
que

que peu de laitier ; qu'alors la scorification ou vitrification de ces substances étrangères devoit être imparfaite , & qu'au lieu de couler & de se séparer des parties métalliques , elles y restoiént confondues , & formoiént ensemble comme une espèce de pâte très-tenace , qui s'attache aux parois du fourneau , qui souvent le bouche & l'obstrue entièrement , ce qui force de cesser la fonte , d'arracher avec beaucoup de peine les amas qui se sont formés dans le fourneau , & d'en reconstruire l'ouvrage (a) ; ce qui occasionne des dépenses assez considérables & une perte de temps & de matières.

Si l'on n'a que des minerais riches en fer , & sur-tout que d'une seule espèce , que d'ailleurs l'on ne puisse s'en procurer de plus pauvres pour y mêler , l'on doit y suppléer par des additions , soit de pierre calcaire , si le minerai est uni à une substance argileuse , soit d'argile , si la base est calcaire , car ces deux substances se servent réciproquement de fondant & forment le laitier ; mais dans cette circonstance , il faut beaucoup plus de fondant que quand le minerai est accompagné de matières étrangères , qui elles-mêmes donnent des laitiers. L'on en concevra bientôt la raison.

On réussiroit souvent mieux dans le traitement des minerais riches en fer , si , au lieu de n'ajouter que de la pierre calcaire ou castine , on y mêloit en même temps de l'argile en proportions convenables & relatives à la base du minerai ; c'est-à-dire , si cette base étoit argileuse , j'ajouterois , 1.^o une portion de pierre à chaux suffisante pour tenir lieu de fondant à cette substance argileuse ; 2.^o parties égales de cette castine ou pierre calcaire & de terre argileuse , en observant d'en faire entrer en quantité convenable à former le laitier nécessaire.

Nos fondeurs se contentent de ne porter dans leurs fourneaux que l'une ou l'autre de ces matières , ce qui

(a) On nomme *ouvrage* la partie inférieure du fourneau , comprise depuis la pierre de fond jusqu'au-dessus des étalages.

Mém. 1786.

M m m

est suffisant dans la fonte de minerais terreux; mais avec cette routine, à laquelle ils sont attachés, ils ne peuvent réussir à obtenir de bonne fonte avec les minerais les plus riches, parce que, comme je l'ai déjà dit, il en résulte trop peu de laitiers, qui d'ailleurs sont pâteux & non coulans; c'est ce qui a fait donner le nom de *mines sèches* aux minerais riches.

Ces inconvéniens sont souvent rebuter les minerais les plus riches en fer, sans se douter qu'il est possible d'en tirer parti, en y ajoutant assez de fondans.

Quand nos maîtres fondeurs ne trouvent à portée de leurs fourneaux, qu'une espèce de minéral de fer très-riche en ce métal, ils ne manquent pas à le qualifier de *mine sèche*, & de conclure qu'il ne leur est pas possible de la fondre sans y ajouter d'autres minerais plus terreux, & qu'ils appellent *mines douces*; & on est forcé de leur en procurer quelquefois à grands frais, étant obligé de l'aller chercher fort loin: cependant tout le mérite de cette mine douce est de fournir des matières vitrifiables, à raison de l'abondance de sa terre non métallique, & un peu de fer, mais qui coûte cher au maître de forge.

Pour préserver les particules métalliques de la calcination & même de leur entière destruction, il faut qu'elles soient environnées de laitier qui leur sert de bain durant la fonte, & qui, rassemblé au fond du fourneau, les garantit du contact du vent des soufflets; les fondeurs même sentent cette nécessité en mêlant des minerais pauvres parmi les plus riches, mais ils ne savent pas qu'au défaut de mines pauvres, on peut y suppléer par les additions dont j'ai parlé, & tirer un grand avantage d'un minéral riche. Toutes matières qui, combinées & employées séparément, se vitrifieront parfaitement, qui d'ailleurs étant en bain, seront assez fluides pour laisser précipiter les molécules métalliques, rempliront parfaitement leur objet,

Je suis même persuadé que dans le traitement des minerais riches à la fonte, on pourroit, outre la cassine, y

ajouter avec succès des laitiers bien vitrifiés du grand fourneau & de ceux provenans des affineries & chaudières, qui contiennent du fer dont on profiteroit; ces matières seroient concassées avant de les porter au fourneau avec le minéral; elles ne coûteroient rien, puisqu'elles sont abondantes dans toutes les forges. Les minerais de cuivre, d'argent & autres, ne sont jamais fondus sans y mêler des scories ou matières vitrifiées du même travail: nos fondeurs de fer ne font aucun usage des leurs (b). Si on employoit les laitiers sans addition d'autres substances, il pourroit se faire que cette matière vitreuse fût devenue réfractaire jusqu'à un certain point, ayant perdu dans la première fonte une partie des substances les plus volatiles, & qui avoient contribué à lui procurer de la fusibilité, ainsi que M. Lavoisier l'a démontré dans son Mémoire sur l'action du feu animé par l'air vital, sur les substances minérales, inséré dans l'histoire de l'Académie de l'année 1783. Mais on n'a point cet inconvénient à craindre en ajoutant avec ces laitiers un peu de castine ou argile, suivant la qualité du minéral. Lorsqu'on traite des minerais pauvres en fer, ils fournissent eux-mêmes beaucoup de laitiers, ce qui dispense d'y ajouter une aussi grande quantité de ce qu'on appelle *fondans*; mais, je le répète, il faut que dans ce procédé métallurgique, il y ait assez de matières vitrifiées, sans quoi le fer, au moment qu'il entre en fusion & se réduit en métal, en passant vis-à-vis de la tuyère, se trouve à découvert, se brûle pour la majeure partie, & passe avec le peu de laitier sec, en s'attachant même aux parois du fourneau: voilà la raison pour laquelle les minerais reconnus pour les plus riches, donnent souvent moins de matière réguline & de plus mauvaise qualité que ceux qui sont plus pauvres.

(b) Il seroit possible de tirer un assez bon parti des laitiers des forges; en les bocardant & les lavant, on en obtiendrait les grenailles de fer, que souvent ils contiennent en grande quantité. J'ai établi, avec beaucoup de succès, cette manipulation peu coûteuse.

Je crois pouvoir ajouter ici que si les minerais riches en fer, sont plus réfractaires à la fonte que les pauvres, c'est qu'ils approchent plus de l'état métallique, ou parce que, y ayant moins de substances étrangères d'interposées entre les molécules métalliques, ces premières ont de la peine à se dégager des dernières; c'est pourquoi il est indispensable de leur ajouter assez de matières fondantes qui environnent les petits morceaux de minerai, en provoquent la fusion, & défendent du vent des soufflets les molécules de fer qui, sans cela, seroient en partie brûlées au moment même de leur réduction. Dans son Mémoire ci-dessus cité, M. Lavoisier prouve que le fer peut se brûler avec une grande célérité & fracas, en jetant des étincelles comme une gerbe d'artifice; la même chose arrive au régule en fonte de fer dans nos fourneaux, s'il se trouve à nu, soit en passant vis-à-vis la tuyère, ainsi que je l'ai remarqué bien des fois, soit lorsqu'il est rendu au fond du creuset, s'il n'y est pas recouvert par du laitier en fusion, qui, comme plus léger, le fourne.

Je crois avoir suffisamment établi la nécessité d'ajouter des substances vitrifiables dans la fonte des minerais riches, afin qu'ils fournissent assez de laitiers pour garantir les parties métalliques d'une destruction certaine.

Une réflexion suffira pour convaincre les maîtres de forges, & ceux qui s'occupent de ces usines, de la vérité de mes principes. Qu'ils se rappellent que, quand ils traitent ce qu'ils appellent *mines douces*, leur fourneau produit abondamment du laitier très-coulant; qu'au contraire, lorsqu'ils fondent des minerais riches, ce laitier est en bien moindre quantité, & communément plus pâteux. En effet, quand ils fondent leurs prétendues mines douces qui ne rendent, par exemple, que trente livres de fonte par cent, ils doivent en conclure que la partie terreuse ou non métallique se trouve être du poids de soixante-dix livres par quintal dans ces minerais, & que cette substance doit nécessairement se convertir en laitiers; mais si au lieu

de ces mines douces & pauvres, ils emploient un minéral que je supposerai contenir soixante pour cent de régule ou fonte de fer, il est évident que la partie étrangère n'est à celle du fer que comme 40 est à 60. Or, dans ce cas, le quintal de minéral contiendra trente pour cent moins de matières étrangères que dans la première hypothèse, tandis qu'il devroit en contenir infiniment davantage, relativement à la quantité du fer de ce minéral riche; & si c'étoit dans la même proportion du minéral pauvre, il lui faudroit cent quarante livres par quintal de ces matières non métalliques, puisque la teneur en fer est double, mais il n'en contient réellement que quarante livres, ainsi que je l'ai dit; il faut donc lui ajouter cent livres de matières vitrifiables par quintal, si l'on veut que durant la fusion de ce minéral riche, les molécules du fer qu'il rend, soient environnées de la même quantité de laitier, que dans la fusion de la mine douce des fondeurs.

Voilà pourquoi j'ai dit qu'outre la castine qu'on emploie ordinairement en traitant des minerais pauvres, l'on doit encore en ajouter au minéral riche qu'on traite seul: il n'est cependant pas toujours nécessaire que cette addition soit aussi forte que celle dont je viens de parler, ce qui dépend de la qualité du minéral; mais en général, il faut, pour qu'un grand fourneau aille bien & donne de bon fer, que le volume du laitier soit de beaucoup plus considérable que celui du métal: l'on doit en sentir la raison d'après ce que j'ai dit.

Pour donner une idée de la quantité de matières vitrifiées qui sortent d'un haut fourneau à fer, je supposerai, 1.^o que ce soit la mine pauvre dont on a parlé, contenant trente pour cent de fer, & soixante-dix livres de substances terreuses, que l'on ait à fondre, & que, suivant l'usage, on y ajoute environ le tiers de son poids d'une castine quelconque, quantité que je ne porterai cependant qu'à trente livres; mais ces trente livres jointes aux soixante-dix livres de substances étrangères contenues dans chaque

quintal de minéral, font cent livres de matières qui doivent se convertir en verre, sans même y comprendre une petite quantité qui est fournie par la cendre des charbons, & même par les pierres du fourneau qui se vitrifient peu-à-peu. 2.^o Je supposerai que le fourneau rende, en vingt-quatre heures, trois mille six cents livres de fonte, il aura donc dû y passer pendant ce temps, savoir, douze milliers de minéral & trois mille six cents livres de castine : or, la totalité de ces mélanges fait quinze mille six cents livres de matières qui ont été fondues, sur quoi il n'en est résulté que trois mille six cents livres de fer; les douze mille livres de surplus ont donc été vitrifiées pendant les vingt-quatre heures; d'où il s'ensuit que le poids de ces matières est à celui du fer, comme 20 est à 6. Si maintenant on compare les volumes, soit du fer, soit des laitiers, on trouvera que celui de ces matières vitrifiées est six à sept fois plus considérable que celui du régule métallique; d'où il s'ensuit que chaque molécule de fer doit se trouver environnée ou accompagnée, à l'instant de sa fusion, de six à sept fois son volume de substances vitriforment, qui, comme je l'ai dit, garantissent le fer du contact immédiat du courant du vent des soufflets, & qui sans cela seroit bientôt brûlé.

Par différentes observations que j'ai faites durant la fusion des minerais de fer dans les hauts fourneaux, j'ai reconnu qu'en général le volume du laitier doit être au moins quatre à cinq fois plus grand que celui du régule métallique, sans quoi la fonte va mal, l'on n'obtient pas tout le fer, & celui qui en résulte est rarement de bonne qualité.

D'après cet exposé, on pourra facilement juger des pertes que doivent naturellement éprouver ceux qui, n'ayant que des minerais riches à traiter, n'y ajoutent que la même quantité de castine qu'ils emploient pour des minerais pauvres.

Quoique les substances vitrifiables qu'on ajoute dans la fonte des minerais de fer, contribuent à en opérer la fusion,

c'est moins pour remplir cet objet que pour préserver le fer d'une destruction certaine, qu'il en faut en suffisante quantité. Ce principe est non-seulement applicable dans le traitement des minerais de fer, mais aussi pour la fonte des minerais d'argent, de cuivre, plomb & autres, quand on les fond dans des fourneaux dont le feu est animé par le vent des soufflets; car dans tous ces procédés métallurgiques, les scories y sont indispensables.

Si j'ai fait voir que des laitiers trop secs ou trop tenaces sont d'un grand préjudice dans la fonte des minerais de fer, il est bon de faire observer que s'ils étoient trop fluides, il en résulteroit un autre inconvénient; en voici la raison: des laitiers d'une trop grande fluidité, coulent promptement à travers les charbons, avant même que la partie réguline soit en parfaite fusion; alors les molécules de fer se trouvant privées de matières vitrifiées & exposées à l'action du feu & du vent, sont en partie brûlées, comme si l'on n'eût pas ajouté assez de castine; il est donc essentiel que les laitiers ne soient ni trop coulans, ni trop pâteux: l'on peut éviter ces deux extrêmes par différentes proportions des fondans.

Je crois avoir suffisamment établi dans ce Mémoire, les moyens de remédier aux difficultés que nos fondeurs éprouvent en ne traitant, à leurs hauts fourneaux, qu'une espèce de minerai très-riche en fer; mais on ne peut pas en charger autant au fourneau que de minerais pauvres, puisqu'on est obligé d'y ajouter beaucoup de fondans qui occupent de la place; malgré cela, ces mines riches fourniront plus de fer, étant fondues suivant ma théorie, que celles que les fondeurs appellent *douces*. On pourra donc maintenant tirer parti de ces premières sans le secours des secondes. Si la fonte des minerais les plus riches en fer, présente quelques difficultés en les traitant aux hauts fourneaux, il n'en est pas ainsi en faisant usage de la méthode Catalane que j'ai décrite dans deux Mémoires que j'ai présentés à l'Académie, par lesquels je fais voir que l'on y

fabrique d'excellent fer par coagulation, & même de l'acier avec des mines en roche & très-riches, sans les faire entrer en fonte claire. J'ai même démontré par ces Mémoires, que le fer se fait dans ces petits fourneaux Catalans avec beaucoup plus d'économie que par les grands; que sa fabrication n'exige que la moitié ou au plus les deux tiers du charbon qui se consomme, tant dans nos grands fourneaux qu'aux affineries & chaufferies.

Les fondans ou castines sont, comme je l'ai démontré, indispensables dans nos grands fourneaux à fer; il n'en faut point dans ceux à la Catalane, parce qu'au lieu d'entrer en fonte claire, comme dans les premiers, le fer s'y précipite sous forme pâteuse, à mesure que les substances terreuses se dégagent des parties métalliques; voilà pourquoi j'ai donné à ce procédé le nom de *fonte par coagulation*.

Nous avons beaucoup de minerais de fer en roche, en Dauphiné, en Périgord, en Alsace & ailleurs, que l'on pourroit traiter très-avantageusement par la méthode des Catalans.



EXAMEN

E X A M E N
D'UN SABLE VERT CUIVREUX,
DU PÉROU.

Par M.^{re} le Duc DE LA ROCHEFOUCAULD, BAUMÉ,
 & DE FOURCROY.

M. DOMBEY ayant fait présent à l'Académie, d'un sable vert trouvé au Pérou, elle nous a chargés d'en faire l'analyse. Les expériences que nous avons faites sur ce sable, nous ayant présenté quelques faits intéressans, nous avons cru pouvoir en faire l'objet d'un Mémoire pour cette séance, & espérer que le public entendroit avec plaisir ce premier détail sur le produit d'un voyage qui a droit à son intérêt & à sa reconnaissance.

Lu
le 26 Avril
1786.

M. Dombey, parti par ordre du Roi en 1776, est revenu sur la fin de l'année dernière, après avoir parcouru le Pérou & le Chili, avec un zèle que ni les fatigues, ni l'intempérie du climat, ni les obstacles moraux, plus insurmontables quelquefois que les obstacles physiques, n'ont pu ralentir. Au péril de sa santé qui en est très-altérée, au péril même de sa vie, il a rassemblé une immense collection de plantes, dont une grande partie sont nouvelles, & que les soins de M. Lhéritier, qui fait allier l'étude des Sciences aux fonctions importantes de la Magistrature, feront connoître au Public. Indépendamment de ce précieux recueil, M. Dombey a rapporté des morceaux curieux pour les autres parties de l'histoire naturelle, pour les antiquités Péruviennes, & un grand nombre d'observations, dont il est à désirer que les détails écrits par lui-même, jettent du jour sur ces contrées peu connues. Aussi désintéressé que bon observateur, la fortune considérable que la profession

Mém. 1786.

N n n

de Médecin lui procuroit, il l'a employée toute entière à ces acquisitions, dont une moitié seulement arrivée en France, a excité l'admiration de tous les sçavans.

L'état de la santé de M. Dombey exigeant une vie libre & du repos, il a négligé le soin de sa fortune, peut-être même celui de sa gloire, en quittant la capitale pour se retirer dans sa province, où il compte exercer la médecine pour les pauvres seulement; c'est-là que, dans le silence, il préparera sans doute une relation de ses voyages, qui sera reçue du public avec intérêt; & c'est-là qu'il recevra les justes récompenses que le Gouvernement destine à ses utiles travaux.

Après cet hommage dû à M. Dombey, nous allons rendre compte de la substance singulière qui fait l'objet de ce Mémoire: il seroit important d'en connoître l'histoire naturelle; mais M. Dombey ne l'a pas ramassée lui-même, il l'a achetée d'un Indien aux mines de Copiapu, & tout ce qu'il a pu apprendre de cet Indien & de son curé, c'est qu'elle se trouve dans une petite rivière de la province de Lipès, deux cents lieues plus loin que Copiapu; que cette rivière se perd dans les sables du désert d'Alacama qui sépare le Pérou du Chili, & que ce sable vert y est peu abondant.

En l'examinant à la vue simple, il paroît composé de deux matières différentes, toutes deux fort tenues, l'une d'un beau vert, qui est la plus abondante, l'autre grise, & ces deux matières semblent tendre à se séparer lorsqu'on les agite. L'œil armé d'une loupe aperçoit la partie verte comme transparente, & découvre dans la portion grise de petits cristaux de quartz, des fragmens semblables au feldspath, & des molécules rougeâtres, d'apparences diverses; mais le microscope ne présente cette partie grise que comme quartzeuse; la verte paroît transparente, quelques fragmens sont cristallisés en prismes, & tous ont dans leur milieu des veines noirâtres qui y forment des espèces d'herborisation.

Nous avons tenté, mais inutilement, de séparer par le

lavage les différentes matières que ce sable contient; le barreau aimanté n'en a rien enlevé non plus.

Il étoit assez naturel d'imaginer, à la première inspection, que la partie verte seroit de la malachite, & nous avons en conséquence résolu de comparer ces deux substances, entre lesquelles nous n'avons pas tardé à reconnoître des différences notables.

La malachite réduite en poudre, & vue au même microscope, étoit à la vérité transparente comme le sable vert, mais moins veinée & d'une couleur plus claire.

Jeté au milieu d'un brasier, le sable vert produit une flamme verte & bleue très-brillante, & qui dure longtemps; celle de la malachite est seulement verte & dure peu : la malachite d'ailleurs a besoin d'une chaleur plus forte pour s'enflammer.

Le sable vert mis dans un creuset au fourneau de fusion, a fondu dans une demi-heure, sans addition, en une fritte vitreuse d'un brun-rougeâtre, cristallisée en lames appliquées les unes sur les autres.

Mais avec un mélange d'alkali fixe & de poix-résine, deux onces de sable vert nous ont donné un culot de beau cuivre pesant sept gros vingt-quatre grains; & dans une seconde expérience, une once de sable vert a fourni trois gros cinquante-quatre grains, mais les scories en retenoient une portion difficile à apprécier.

Une once de malachite avec le même flux, a donné quatre gros vingt-quatre grains de cuivre, ainsi cette substance paroîtroit contenir une plus grande quantité de métal; mais comme le sable vert est mêlé de parties étrangères & métalliques, il paroît que s'il étoit réduit à sa portion verte seulement, le produit métallique seroit à peu-près égal des deux côtés.

La malachite avoit déjà été examinée avec l'appareil pneumat-chimique, par M. l'abbé Fontana; mais quoique le nom de ce savant, justement célèbre, nous répondit de l'exaétitude de ses résultats, nous n'avons pas négligé

de faire comparativement l'analyse des deux substances, pour obtenir leurs produits acriformes.

Nous avons mis deux onces de malachite réduite en poudre, dans une cornue de verre lutée au fourneau de réverbère; au bec de la cornue étoit adapté un petit ballon tubulé, d'où partoît un tube recourbé plongeant dans l'eau: après avoir laissé échapper l'air des vailleaux, nous avons recueilli dans des récipiens un volume de fluide élastique égal à sept livres douze onces d'eau; ce gaz, qui s'étoit dégagé en grosses bulles, éteignoit la bougie, précipitoit l'eau de chaux & la redissolvoit; c'étoit donc de l'acide crayeux, ainsi que l'avoit annoncé M. l'abbé Fontana.

Deux onces de sable vert du Pérou, traitées de même, nous ont donné un fluide élastique qui se dégageoit en petites bulles & qui augmentoit l'éclat de la lumière; c'étoit évidemment de l'air vital, mais un peu mélangé d'acide crayeux, car il précipitoit légèrement l'eau de chaux; & d'après l'absorption qui s'en est faite sur cette eau, nous avons jugé que la proportion du mélange étoit d'une partie d'acide crayeux sur dix-huit parties d'air vital: il y avoit environ vingt-un pouces cubiques de ce gaz.

Le ballon adapté au bec de la cornue où étoit la malachite, contenoit un gros dix-sept grains d'une liqueur claire & sans odeur, qui ne paroïssoit être que de l'eau; mais le sable vert avoit fourni un gros soixante-neuf grains de liqueur d'un vert d'émeraude clair, donnant une forte odeur d'acide muriatique, & dont la saveur étoit fortement acide.

La cornue de la malachite n'avoit dans son col qu'un léger enduit blanc-verdâtre, au lieu que celui de la cornue où le sable vert avoit été distillé, étoit tapissé de fleurs blanches, jaunes & vertes, que nous avons jugé être du muriate de cuivre, d'après l'odeur d'acide muriatique qui s'en est dégagée lorsqu'on y a versé de l'acide vitriolique, & d'après la couleur bleue qu'il a prise par l'alkali volatil.

Enfin, le résidu de la malachite, que l'on n'a pas pu

peser parce qu'il étoit en partie fondu & adhérent au verre, étoit d'un brun-noirâtre, & a conservé cette couleur; mais celui du sable vert qui pesoit une once cinq gros trente-quatre grains, & qui formoit une masse cohérente brune détachée du fond de la cornue, a repris, au bout de quelques jours, une couleur verte qui est devenue de plus en plus vive, & paroît aujourd'hui presque aussi belle à la surface & même assez avant dans l'intérieur, que celle du sable intact. Ce changement ne peut être dû qu'à l'absorption, par cette chaux, de la base de l'air vital de l'atmosphère qui la rétablit dans son premier état; c'est ce que nous nous proposons de vérifier en la soumettant de nouveau à l'appareil pneumatique-chimique.

Cette expérience nous ayant assuré que la malachite & le sable vert du Pérou étoient des chaux cuivreuses, mais combinées à des substances différentes, & formant par conséquent des composés dissemblables, nous avons cessé de les comparer, & nous ne nous sommes plus occupés que d'analyser notre sable par la voie humide, pour compléter le travail dont l'Académie nous avoit chargés.

Deux onces d'acide vitriolique versées sur deux gros de sable vert n'ont point excité d'effervescence, mais il s'est formé presque tout-à-coup une masse concrète qui pourtant se brisoit facilement; l'acide ne s'est d'abord coloré que foiblement en bleu. La dissolution, au bout de quinze jours, étoit plus verte que bleue, & contenoit un sel cristallisé en prismes verdâtres: le sable non dissous pesoit dix-huit grains. Dès le commencement de la dissolution, il s'est dégagé une odeur d'acide muriatique, qui a continué d'être très-sensible pendant plus de douze jours.

L'acide nitreux a dissous le sable vert sans effervescence, & il ne s'est point formé de masse solide; la dissolution bleue & claire a donné des cristaux de nitre cuivreux très-purs; il y a eu, comme par l'acide vitriolique, dix-huit grains de sable non dissous.

L'action de l'acide muriatique a été très-vive, quoique

lans effervescence, & le sable vert a pris une forme concrète comme avec l'acide vitriolique; mais la couleur est devenue d'un jaune-verdâtre, tandis que la dissolution a pris celle d'un vert-foncé. La masse concrète a bienôt été dissoute par l'acide, & la dissolution étendue de trois onces deux gros d'eau distillée & légèrement chauffée, est devenue d'un beau vert & a certainement été complète, car la portion non dissoute étoit absolument décolorée, même au microscope, & ne pesoit que seize grains sur deux gros de sable vert.

Cette dissolution muriatique précipitée par un barreau de fer, a donné soixante-sept grains de feuilles de cuivre, qui, réduites avec un peu de poix-résine & d'alkali fixe, ont fourni, sous une scorie très-brune, un culot de beau cuivre pesant cinquante grains, quantité assez approchante du produit métallique obtenu du sable vert au fourneau de fusion; mais comme il a été impossible de détacher entièrement le cuivre du barreau de fer, nous estimons à huit ou dix grains la portion de ce métal non pesée, ce qui fait soixante-quinze grains de cuivre pour deux gros de sable du Pérou.

L'alkali volatil versé sur trente-six grains de sable vert, a formé d'abord une masse solide; mais cette masse divisée s'est bientôt dissoute, & la portion qui ne se dissolvoit pas se décoloroit sensiblement. La dissolution évaporée à siccité, a donné un produit bleu & vert pesant quarante grains, & la portion non dissoute pesoit cinq grains, résidu plus considérable que celui laissé par les acides.

Comme le travail dont nous venons de rendre compte, nous avoit donné plusieurs fois occasion de remarquer une odeur très-sensible d'acide muriatique, soit dans les dissolutions de sable vert par l'acide vitriolique, soit dans le produit liquide de sa distillation, qui avoit le caractère d'acide muriatique oxygéné, nous avons voulu nous assurer de la présence de cet acide, & en déterminer, s'il se pouvoit, la quantité.

En conséquence, nous avons trituré un peu de sable vert dans l'eau distillée froide, qui a précipité en blanc la dissolution nitreuse d'argent.

Nous avons ensuite fait bouillir pendant un quart-d'heure, une livre & demie de notre sable dans deux livres d'eau distillée : la dissolution filtrée étoit claire, mais d'un jaune-verdâtre, évaporée à siccité dans une cornue, elle a donné une matière un peu boursoufflée & comme fondue, qui pesoit dix grains. Cette matière avoit une odeur bitumineuse, elle se boursouffloit encore sur le charbon ; l'acide vitriolique en dégagoit une odeur sensible d'acide muriatique ; l'eau ne la dissolvoit qu'en partie & devenoit jaune ; filtrée, elle précipitoit par l'alkali fixe une poudre blanche ; par l'alkali volatil, au bout de plusieurs heures, une poudre jaunâtre, & la liqueur prenoit une nuance verte ; la noix de gale n'y a produit aucun changement, mais la dissolution nitreuse d'argent a donné sur le champ un précipité blanc. La présence de l'acide muriatique est donc bien constatée, mais sa quantité ne peut pas être connue par cette expérience. Le résultat moyen des divers procédés que nous avons mis en usage pour estimer cet acide, nous donne de neuf à dix livres par quintal de sable.

Pendant que nous faisons cette analyse, M. d'Arcet a bien voulu se charger d'essayer le sable vert au feu de porcelaine ; il en a obtenu le même résultat que nous, en le fondant sans addition, & une belle couleur verte-claire sur la porcelaine tendre, & plus foncée sur la dure.

Il résulte de notre examen, que ce sable est une mine de cuivre fort riche dans l'état de chaux cuivreuse, unie à un peu d'acide muriatique & d'eau, mêlée avec un sable quartzueux & quelques atomes de fer, dont nous avons trouvé les traces dans plusieurs de nos expériences. Cette chaux est si avide de la base de l'air vital, qu'elle la reprend facilement à l'air, après qu'on la lui a enlevée par le feu.

En prenant les résultats moyens de nos expériences, il

472 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE
 résulte de cette analyse que cent grains de sable vert &
 cuivreux du Pérou, contiennent à peu-près :

52 grains de cuivre.

10 d'acide muriatique.

12 d'eau.

11 de la base de l'air vital.

11 de sable.

1 } d'acide crayeux,
 } de fer.

3 perte.

Total . . 100.

C'est à l'histoire naturelle à rechercher son origine ,
 qui sans doute est une mine de cuivre d'une espèce jusqu'à
 présent inconnue, d'où les eaux auront successivement
 enlevé quelques parties; ainsi chariées & comminuées,
 elles se seront mêlées avec un sable étranger & auront formé
 un dépôt : il reste donc à souhaiter que de nouveaux ob-
 servateurs aussi zélés que M. Dombey, aillent éclaircir nos
 doutes, & nous rapportent, sur la minéralogie de ces con-
 trées, des lumières aussi étendues que cet illustre voyageur
 nous en a données sur la botanique.

Addition au Mémoire, faite le 21 Avril 1787.

LA chaux cuivreuse résultante de la distillation du sable
 vert, qui, dès le douzième jour après l'opération faite en
 Février 1786, avoit commencé à se colorer en vert, a été
 conservée dans un cabinet à l'abri de toute autre influence
 que celle de l'air atmosphérique; on a seulement eu soin de
 la remuer de temps en temps pour changer les surfaces :
 elle a verdi dans sa totalité, & s'est trouvée seulement d'une
 nuance

nuance un peu plus claire que le sable intact. Le 5 Mars 1786, elle pesoit une once cinq gros trente-quatre grains, & le 20 Avril 1787, une once six gros soixante grains; ainsi elle avoit acquis, dans cet intervalle, un gros vingt-six grains.

Nous l'avons soumise à une nouvelle distillation dans l'appareil pneumato-chimique; elle nous a fourni un gros trente grains d'eau, d'abord claire, puis verte, ayant une légère odeur d'acide muriatique, & à laquelle l'alkali volatil donnoit une belle couleur bleue; & soixante-trois pouces cubes d'air vital, ou trente-un grains & demi d'air vital mêlé d'un atome d'acide crayeux. Le bec de la cornue exhaloit une forte odeur d'acide muriatique oxygéné, mêlée de celle du cuivre, & le col étoit tapissé d'un léger sublimé jaune-rougeâtre & presque noir; le résidu brun-rougeâtre étoit aglutiné & pesoit une once quatre gros cinquante-sept grains, c'est-à-dire, quarante-neuf grains de moins qu'après la première distillation. Nous le garderons pour voir s'il reprendra la couleur verte, ce qui nous paroît indubitable.

Il résulte de cette expérience, que la chaux cuivreuse a une grande affinité avec l'eau & la base de l'air vital.

Addition du 5 Octobre 1788.

Le résidu de la seconde expérience faite le 21 Avril 1787, a repris déjà depuis longtemps une belle couleur verte.

Nota. M. Berthollet, notre confrère, qui a été chargé par l'Administration, d'examiner le sable cuivreux du Pérou, a bien voulu nous communiquer le résultat de son travail, & nous permettre de l'insérer à la suite de notre analyse. En comparant ses recherches aux nôtres, on verra que nous avons trouvé absolument les mêmes principes dans cette espèce de mine de cuivre, & que nous ne différons que très-peu sur la proportion de quelques-uns de ces principes.



Mém. 1786.

Ooo

N O T E S

*Communiquées par M. BERTHOLLET, sur l'Analyse
du même Sable vert.*

LE Sable vert qui a été apporté par M. Dombey, & qu'on m'a remis pour en faire l'analyse, a été soumis aux expériences suivantes.

1.^o Cent grains traités par la distillation à siccité avec cinq cents grains d'acide vitriolique, ont laissé un sel qui, dissous dans l'eau distillée & filtré ensuite, a montré toutes les apparences d'une dissolution de vitriol de cuivre; des lames de fer bien nettes en ont précipité cinquante-six grains de cuivre.

2.^o Le résidu qu'on a trouvé sur le filtre, bien lavé & séché, pesoit treize grains; c'étoit un sable siliceux.

3.^o Cinq cents grains ont donné, par la distillation, soixante-trois grains d'eau légèrement acidule: il a fallu trois grains d'alkali fixe aéré pour en saturer l'acide, qui étoit de l'acide marin.

Il s'est sublimé, dans cette opération, un peu de sel qui s'est dissous dans l'eau, & qui a précipité l'argent de sa dissolution, en lune cornée.

4.^o Cent grains ont donné, à l'appareil pneumatochimique, de l'air déphlogistiqué qui contenoit environ une once mesure d'air fixe.

5.^o Deux cents grains ont été distillés avec cent grains d'acide vitriolique: on a reçu les vapeurs dans l'eau distillée, qui s'est trouvée acide après l'opération; on l'a saturée d'alkali minéral pur, on l'a fait évaporer, ensuite on a fortement desséché le sel qui en est résulté; dans cet état, il pesoit quarante-huit grains. Pour juger de la quantité de sel de Glauber qui devoit se trouver confondu

avec le sel marin , on a dissous tout le sel qu'on avoit obtenu , dans l'eau distillée , & on en a précipité l'acide vitriolique par une dissolution de terre pesante : le précipité de spath pesant , obtenu par ce moyen , & séché , pesoit vingt-cinq grains.

6.^o Après avoir précipité par l'alkali prussien , une dissolution de cent grains de ce sable dans l'acide nitreux , on a mêlé à la liqueur filtrée un peu d'alkali volatil effervescent , & la liqueur ne s'est point troublée.

7.^o Le résidu de cette dissolution par l'acide nitreux , s'est trouvé du même poids que celui de la dissolution d'une égale quantité par l'acide marin.

Il résulte de la première expérience , que cent parties de ce sable contiennent cinquante-six parties de cuivre.

De la seconde , que cent parties contiennent treize parties de sable siliceux.

De la troisième , qu'il se trouve à peu-près douze parties d'eau dans la même quantité de ce minéral.

On peut aussi conclure de la même expérience , que ce sable contient de l'acide marin , dont une quantité très-petite passe dans la distillation : on a évalué cette quantité qui passe à la distillation , à trois grains sur soixante-trois d'eau.

La quatrième expérience prouve que cent grains de cette mine contiennent à peu-près un grain d'air fixe ; quant à l'air vital qu'on en a retiré , il a été chassé du cuivre qui s'y trouve en chaux , par l'action de l'acide marin , & par l'intermède de la chaleur.

Par la cinquième expérience , on a déterminé la quantité d'acide marin qui minéralise le cuivre dans cette mine , & dont les expériences précédentes avoient simplement prouvé l'existence ; l'on a eu quarante-huit grains de sel desséché , après avoir saturé d'alkali minéral la liqueur acide qu'on avoit obtenue ; ce sel dissous a donné , avec la dissolution de terre pesante , vingt-cinq grains de spath pesant : or , vingt-cinq grains de spath pesant tiennent

O o o ij

476 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE

trois grains & demi d'acide vitriolique, auxquels il falloit, pour se saturer, deux grains & demi d'alkali minéral pur; de sorte qu'il se trouvoit six grains de sel de Glauber dans les quarante-huit grains de sel qu'on avoit obtenus, & les quarante-deux grains qui restent étoient du sel marin. Or, quarante-deux grains de ce dernier sel contiennent à peu-près vingt-deux grains d'acide marin: l'expérience ayant été faite sur deux cents grains de mine, il s'en suit que cent parties tiennent à peu-près onze parties d'acide marin.

La sixième expérience prouve que ce sable ne contient ni terre calcaire ni magnésie, car ces terres n'auroient pas été précipitées de leur dissolution dans l'acide nitreux, par l'alkali prussien, mais l'alkali volatil effervescent auroit troublé la liqueur, pour peu qu'il s'en fût trouvé dans la dissolution.

Il suit de la dernière expérience, que le cuivre de cette mine ne contient point d'argent.

Voici le résumé de l'analyse, en négligeant les fractions: cent livres de sable cuivreux contiennent

Cuivre	5	livres	
Acide marin.....	11.		} à peu-près.
Air fixe.....	1.		
Eau	12.		
Sable siliceux.....	13.		
EN TOUT.....	93	livres	

Les sept livres qui manquent doivent être attribuées à l'air vital qui réduit le cuivre en chaux; car cent livres de chaux de cuivre contiennent environ quatre-vingt-six ou quatre-vingt-huit livres de cuivre; le reste du poids est dû à l'air vital, & probablement à un peu d'eau.

Cette mine contient encore de la chaux de fer, car le résidu des dissolutions par l'acide vitriolique ou par l'acide nitreux, a un petit coup-d'œil jaunâtre, qu'on peut lui

enlever par l'acide marin qui se colore alors, & donne du bleu de Prusse avec l'alkali prussien ; mais la quantité en est si petite, que je n'ai pu l'évaluer.

Lorsqu'on projette ce sable sur le feu, il donne une belle flamme bleue & verte : cet effet est dû à l'acide marin qu'il contient, car j'ai donné à la limaille de cuivre & à toutes ses chaux, la même propriété, en les humectant d'acide marin, & les faisant sécher ensuite. Il y a apparence que ce phénomène dépend de ce que la dissolution de cuivre se sublime avant d'être décomposée entièrement, & que les rayons de lumière sont modifiés, en passant à travers, de la même manière qu'ils le sont en passant à travers une dissolution de cuivre.



*SUR UNE CRISTALLISATION
DE PLOMB,*

*Trouvée dans les débris d'un fourneau à manche,
de Lessard près les Sables d'Olonne en Poitou.*

Par M. DUHAMEL.

Là
le 19 Août
1786.

LE minéral de plomb riche en argent, qu'on a exploité dans la mine de ce lieu, est disséminé dans une gangue quartzéuse. Pour traiter ce minéral, on le bocarde, on le passe au lavoir, d'où il sort en poussière; puis on le fond au fourneau à manche.

M. Chapel, ingénieur des mines, qui a dirigé les travaux d'Olonne pendant plus d'un an, m'a remis, pour le Cabinet de l'école des mines, les cristallisations de plomb sulfuré dont je parle : l'un des deux morceaux offre à sa surface des cristaux de plomb carrés, des espèces de carcasses de cubes, dont les lignes sont semblables à celles des bâtons à la grecque; l'autre morceau présente des cubes de plomb épars sur une matière vitrifiée, poreuse, grilâtre, formée par de la chaux de plomb & du quartz; l'enduit jaunâtre qui est à la surface, est de la chaux de plomb.

Les cristaux carrés que je viens de décrire, sont du plomb mêlé d'un peu de soufre, qui se fond aisément au chalumeau & y devient ductile, après avoir exhalé un peu d'acide sulfureux. Ces masses friables renferment aussi du plomb ductile.

Jusqu'à présent, les chimistes n'ont présenté que le bismuth cristallisé dans les deux états que je viens d'exposer.



R A P P O R T
C O N C E R N A N T
LES CIDRES DE NORMANDIE
 Par M.^{re} CADET, LAVOISIER, BEAUMÉ,
 BERTHOLLET & D'ARCET.

M. LE COMTE DE VERGENNES, secrétaire d'État, Lû le 17 Juin 1786.
 ayant le département de la Normandie, a communiqué à l'Académie une lettre écrite au Roi par le parlement de Rouen, le 12 du mois d'Août dernier, dans laquelle, après avoir exposé les abus qui se sont introduits dans la fabrication & le commerce des cidres, & les moyens qu'il a cru devoir mettre en usage pour y remédier, il demande « qu'il soit nommé des commissaires de l'Académie des Sciences, du Collège de Médecine & de Pharmacie de Paris, aux fins de procéder à des expériences de tout genre sur la fabrication des cidres & poirés, leur fermentation, leur clarification & leur conservation ; ensemble sur les moyens de connoître les corps étrangers qui auroient pu être ajoutés à ces boissons ; de déterminer ceux qui pourroient être nuisibles ou avantageux, tant pour la fermentation, que pour adoucir l'aigreur des cidres & poirés ; & enfin de donner leur avis sur les réglemens qu'ils estimeront convenables pour la sûreté publique & l'avantage du commerce ».

Au moment où la lettre du parlement de Rouen a été communiquée à l'Académie, elle s'est empressée d'en remplir le vœu, en formant une commission principalement composée de membres de la Faculté de Médecine & du Collège de Pharmacie ; & elle a nommé pour la remplir, M.^{re} Cadet, Baumé, Berthollet, d'Arcet & moi.

Pour procéder avec ordre dans le compte que nous

devons rendre à l'Académie, du travail que nous avons entrepris par ses ordres, nous diviserons ce rapport en deux parties : nous présenterons dans la première, un exposé succinct de ce qui s'est passé en Normandie depuis 1771, relativement à la falsification des cidres ; nous nous proposerons ensuite à nous-mêmes, dans la seconde partie, un certain nombre de questions extraites principalement de la lettre du Parlement au Roi : ces questions formeront la division naturelle de la seconde partie de ce rapport.

PREMIÈRE PARTIE,

Contenant un abrégé historique de ce qui s'est passé en Normandie depuis 1771 jusqu'en 1785, relativement à la falsification des Cidres.

CE n'est pas d'aujourd'hui que l'industrie & l'intérêt ont engagé les habitans de la Normandie à employer différens moyens pour adoucir les cidres devenus aigres, pour les clarifier & pour y exciter la fermentation, peu favorisée par la saison froide dans laquelle on est obligé de les fabriquer. Parmi les recettes qui se sont répandues, & dont quelques-unes même ont été publiées dans des ouvrages imprimés, le plus grand nombre étoit, sinon très-efficace, au moins très-innocent ; quelques-unes au contraire étoient très-dangereuses, nuisibles à la santé, & pouvoient être regardées comme de véritables poisons.

Ce fut en 1771 que l'attention publique fut réveillée sur cet important objet. Il paroît qu'à cette époque on faisoit ouvertement usage, dans quelques cantons de la Normandie, de la céruse pour clarifier les cidres. Un curé du pays d'Auge, auquel on fit naître des scrupules sur l'emploi de cette matière, en écrivit à M. Dieres, avocat à Rouen, qui crut ne pouvoir mieux faire que de s'adresser à l'Académie des Sciences, Arts & Belles-lettres de cette ville, pour la consulter. M.^r Pinard, médecin, & Lechandelier, apothicaire, furent nommés commissaires ; & sur leur rapport, l'Académie

l'Académie jugea que l'usage intérieur de la céruse, & en général des préparations de plomb, devoit être absolument pros crit, comme pernicieux & mortel; qu'on ne pouvoit attribuer qu'à un défaut de connoissance l'usage qui s'en étoit introduit dans le pays d'Auge; mais que si, après la publication d'une loi qui feroit défense d'employer la céruse dans les cidres, des particuliers continuoient de se le permettre, ils mériteroient punition.

Ce rapport de l'Académie de Rouen fut imprimé en 1772 : on crut sans doute que sa publication suffiroit pour avertir les fabricans de cidres des dangers de la céruse, & pour les éloigner d'en faire usage; cependant des accidens qui arrivèrent aux environs du Pont-Audemer & du pays d'Auge, & qu'on pouvoit attribuer à l'usage du cidre, déterminèrent le Parlement à rendre, le 27 Janvier 1775, un arrêt « qui fait défense à toutes personnes, de quelque état, « profession & condition qu'elles soient, faisant commerce « de cidres, vins & autres liqueurs, même à tout propriétaire « usant de ces boissons & liqueurs pour leur consommation « personnelle, de faire usage de la céruse, de la litharge, « ou de toute autre préparation de plomb pour clarifier ou « améliorer les vins, les cidres, la bière, ou autres liqueurs, « sous peine de punition corporelle & de cinq cents livres « d'amende, dont moitié applicable au dénonciateur, & « l'autre moitié aux pauvres de la paroisse du lieu du délit ». Le Parlement joignit à cet arrêt le détail d'un procédé pour reconnoître la présence de la préparation de plomb dans les cidres.

Il paroît que ce règlement produisit tout l'effet qu'on avoit lieu d'en attendre, & qu'en supposant qu'on eût continué jusqu'alors à employer des préparations de plomb pour adoucir les cidres dans quelques parties de la Normandie, les fabricans, ou mieux instruits, ou intimidés par la loi, cessèrent d'en faire usage; puisque, sur le grand nombre des cidres qui ont été soumis à des épreuves depuis 1775, il ne s'en est trouvé aucun dans lequel la présence

Mém. 1786.

P p p

482 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE
du plomb ait été suffisamment constatée pour donner lieu
à des peines afflictives.

Cet arrêt étoit à peine publié, qu'un chimiste de Rouen, M. de la Folie, prétendit, dans un Mémoire qui fut rendu public par la voie de l'impression, que l'épreuve du foie de soufre indiquée par le Parlement lui-même, comme un moyen assuré pour reconnoître la présence des préparations de plomb dans les cidres, étoit insuffisante; qu'on pouvoit masquer cette addition par le moyen de la craie; que cette terre enveloppoit les molécules métalliques au point que le foie de soufre ne les faisoit plus reparoître : il en concluoit que toute addition de craie étoit dangereuse, soit par elle-même & par les effets qu'elle produisoit, soit par la propriété qu'elle avoit d'empêcher de reconnoître la présence du plomb. Il indiqua l'alkali fixe comme un moyen sûr pour reconnoître les additions de terre calcaire dans les cidres.

L'opinion d'un citoyen qui avoit fait preuve de zèle en un grand nombre d'occasions, & auquel on ne pouvoit refuser des connoissances en Chimie, entraîna celle du Parlement; & sans consulter l'Académie de Rouen, dont le premier rapport avoit déterminé l'arrêt du 27 Janvier 1775, il fut rendu, le 7 Juillet de la même année, un nouvel arrêt « qui fit défenses à toutes personnes d'insérer
» dans les cidres aucuns ingrédiens ou corps étrangers, de
» quelque nature ou qualité qu'ils soient, sous peine d'être
» poursuivies extraordinairement, & punies de peines pécuniaires ou corporelles, même de mort, suivant l'exigence du cas ».

Ce même arrêt ordonne « que les Officiers de police
» de Rouen se transporteront incessamment dans les caves
» & celliers des marchands de cidres sur le quai, à l'effet de
» faire dresser procès-verbal par des chimistes, des cidres
» qui y seront déposés, & de faire jeter dans la rivière ceux
» qui, après expérience faite, seront trouvés mélangés de
» corps étrangers ».

Ce dernier arrêt a été la base de toutes les procédures faites par les Officiers de la police de Rouen, depuis 1775 jusqu'en 1784 ; nous croyons devoir en supprimer ici le détail, & nous nous contenterons d'exposer à l'Académie la manière dont on opéroit pour constater les mélanges ; nous les tenons de M. Mésaize lui-même, apothicaire-major de la Santé & de l'Hôtel-Dieu de Rouen, membre de l'Académie de cette ville, & qui, dans l'origine, étoit seul chargé des épreuves. On remplissoit trois verres de chacun des cidres sur lesquels on avoit à prononcer ; on versoit dans les deux premiers de l'alkali fixe en liqueur ; on remuoit l'un & on laissoit l'autre en repos ; on versoit dans le troisième verre du foie de soufre volatil : enfin, dans les derniers temps, on remplissoit un quatrième verre du même cidre, & on y mettoit un petit barreau de fer bien décapé : on laissoit ces verres dans un lieu tranquille & fermé jusqu'au lendemain, & ce n'étoit qu'au bout de vingt-quatre heures qu'il en étoit dressé procès-verbal. S'il y avoit un précipité par l'alkali fixe, on en concluoit, conformément au Mémoire de M. de la Folie, qu'il avoit été ajouté de la terre calcaire dans le cidre mis en expérience : si le précipité par le foie de soufre étoit noir ou brun, on en concluoit qu'il avoit été ajouté, soit du plomb, soit une autre substance métallique quelconque : enfin, si le barreau plongé dans le cidre, en sortoit cuivré, on en concluoit que le cidre contenoit du cuivre. Les Officiers de police prononçoient en conformité du procès-verbal des Experts.

De nouveaux accidens arrivés en 1784, ayant encore excité la sollicitude & la vigilance du ministère public, il fut rendu le 26 Mars, par le parlement de Rouen, un troisième arrêt « qui fait défenses à tous laboureurs & marchands, de vendre aucuns cidres dans la ville de Rouen & autres villes & bourgs du ressort, sans en avoir donné des échantillons aux Officiers de police des lieux, pour la vérification être faite desdits cidres. Ordonne aux Officiers de police de se trans-

P p p ij

» porter dans les caves & celliers des marchands de cidres, &
 » sur le quai, pour y faire dresser des procès-verbaux d'épreuves
 » des cidres, & y faire jeter à la rivière tous ceux qui se trou-
 » veroient mélangés d'ingrédients ou de corps étrangers ».

Ce dernier arrêt, rendu aux approches de la foire, & qui fut exécuté, avec la rigueur que la circonstance sembloit exiger, loin de rétablir la confiance du public, comme on s'y attendoit, jeta au contraire l'alarme dans le commerce des cidres. La portion considérable de ces boissons qui fut séquestrée & soustraite à la consommation, occasionna un vide sensible ; & les cidres qui avoient été reconnus comme bons, à la foire du mois d'Avril, éprouvèrent un renchérissement considérable. Le Parlement ne vit d'autre moyen d'en arrêter les progrès, que d'en fixer le prix, & ce fut l'objet de l'arrêt du 30 Avril 1784. Le Procureur général, dans le réquisitoire sur lequel est intervenu cet arrêt, insiste sur ce que « les résidus calcaires
 » de chaux ou de craie enveloppent & déguisent tellement
 » les ingrédients métalliques dans le sel cretacé qui résulte de
 » ce mélange, qu'il n'est plus facile de découvrir le plomb,
 » n'étant plus assez à découvert pour se noircir aux approches
 » du phlogistique, & par conséquent d'être vérifié par le soie
 » de soufre ; le tout sans parler des maladies que la craie
 peut occasionner par elle-même ».

Plusieurs sentences de condamnation du Siège de la police de Rouen, ont suivi cet arrêt, notamment celle du 5 Juillet 1784, qui condamne quarante marchands en trois livres d'amende, pour avoir introduit dans leurs cidres des corps étrangers ; « ordonne que, pour cette fois, &
 » sans tirer à conséquence, les cidres reconnus pour altérés
 » seront séquestrés & convertis en eaux-de-vie ; condamne les
 » marchands aux dépens, montant à la somme de quatre mille
 trois cents quarante livres sept sous dix deniers ». Les procès-verbaux d'analyse sont joints à cette sentence.

Une autre sentence du 27 Avril 1785, condamne un marchand de cidres en trois livres d'amende envers le Roi,

pour avoir exposé en vente du cidre fournissant du précipité, & contenant un sel à base cuivreuse.

Sans nous permettre aucune réflexion sur la législation adoptée par le Parlement dans les différens arrêts, nous nous bornerons à faire observer qu'elle est fondée sur deux suppositions présentées en 1771 par M. de la Folie, comme des vérités chimiques incontestables : la première, que toutes les fois qu'il y a précipitation par un alkali, il en résulte que le cidre a été altéré par une addition de terre calcaire ; la seconde, que toutes les fois qu'il y a addition de matière calcaire, il n'est plus possible de reconnoître la présence du plomb dans les cidres. Nous aurons bientôt occasion de faire voir que l'une & l'autre de ces suppositions sont fausses ; mais avant de rapporter les preuves de ce que nous avançons, il nous reste, pour compléter cet historique, à dire un mot des réclamations de quelques chimistes éclairés qui ont eu le courage d'élever leur voix, soit dans les papiers publics de la province, soit dans des ouvrages particuliers.

Quoique le Mémoire de M. de la Folie fût resté sans contradicteurs ; quoiqu'il eût été adopté, en quelque façon, par le Parlement, par l'Académie, & qu'il eût entraîné l'opinion générale, cependant M. Descroisilles fils, alors Élève en Pharmacie, avoit observé, dès 1777, dans la dixième feuille hebdomadaire des Affiches de Normandie, que c'étoit à tort que l'on concluoit qu'un cidre avoit été altéré par la craie, parce qu'il donnoit un précipité par l'alkali ; que ce précipité pouvoit n'être dû qu'à la décomposition de la sélénite dont les eaux qu'on emploie pour couper le cidre en le fabriquant, sont rarement exemptes. Il avoit eu le bon esprit d'ajouter que toutes les indications de ce genre ne pouvoient constituer que des probabilités, & qu'il n'en pouvoit résulter des preuves, ni légales, ni physiques. L'on va voir bientôt combien l'événement & l'expérience ont justifié ces assertions.

Il est assez étonnant que M. Descroisilles, après avoir

annoncé d'une manière aussi formelle, que la précipitation qui s'opéroit dans les cidres par l'addition de l'alkali fixe, pouvoit tenir à la nature de l'eau ajoutée dans la fabrication, ait lui-même abandonné sa propre opinion quelques années après : on voit en effet, par une lettre qu'il a fait insérer dans les Affiches de Normandie, n.^o 31, *supplément, année 1780*, qu'il étoit persuadé, à cette époque, qu'aucun cidre ne pouvoit donner de précipité qu'autant qu'on y avoit ajouté de la craie, & qu'il avoit proposé lui-même de confisquer au profit des hôpitaux, les cidres qui donneroient des précipités, afin qu'ils fussent distillés pour en tirer de l'eau-de-vie.

La première lettre de M. Descroisilles fut suivie de différens écrits polémiques, dont M. le Premier Président du Parlement eut la sagesse de favoriser la publication, quoique la législation adoptée par le Parlement y fût indirectement attaquée. Quelques-uns même de ces écrits blessèrent la délicatesse du Lieutenant général de Police de Rouen : M. Descroisilles fut décrété & condamné par sentence de ce Tribunal, en trois livres d'amende envers le Roi, avec défense de récidiver, sous plus grande peine : il auroit ainsi gémi sous le poids d'une condamnation flétrissante, & auroit été la victime de son zèle, si le Parlement, qui n'a cessé de donner des preuves d'impartialité dans cette affaire, ne l'eût pris en quelque façon sous sa sauve-garde. Sur l'appel interjeté par M. Descroisilles, de la sentence du Lieutenant général de Police, M. de Grecourt, avocat général, observa « qu'il s'en falloit beaucoup que la conduite
 » du sieur Descroisilles, & la manière dont il s'est exprimé
 » dans la feuille qui lui a attiré une condamnation flétrissante
 » lui aient paru répréhensibles ; que l'une & l'autre, au contraire, lui ont paru dignes de louanges ; qu'elles sont le
 » fruit de son amour pour le bien public & des travaux
 » utiles dont l'exercice lui est confié ; qu'elles doivent lui
 » attirer la reconnaissance des gens de l'art & la confiance
 » de la province ; qu'il a donné son opinion en homme sage
 » & instruit, & qu'il en résulte pour l'utilité de la matière

qu'il a savamment traitée, des lumières précieuses, qui doivent servir dans la suite, à éclairer les Magistrats sur la conduite qu'ils doivent tenir dans des circonstances qui peuvent se présenter; que la feuille en question en forme de lettre, n'est point parvenue dans les mains du public par une voie clandestine; qu'il l'a signée, fait insérer dans un journal approuvé par le Parlement, & qui a subi la censure; qu'en tout il n'a mérité, sous aucun point de vue, les qualifications sous lesquelles il a été présenté & condamné. D'après ces considérations, & sur les conclusions de M. l'Avocat général, est intervenu un arrêt du Parlement, qui décharge M. Descroisilles des condamnations contre lui prononcées, & l'autorise à faire imprimer, publier & afficher l'arrêt.

Au nombre des avantages qui ont résulté des discussions élevées entre les chimistes de Rouen, & de la publicité qu'à leur a été donnée, on doit compter celui d'avoir engagé le Parlement à ordonner, par son arrêt du 30 avril 1784, que les procès-verbaux d'épreuves qui jusqu'alors avoient été confiés à un seul chimiste, fussent dressés à l'avenir par trois médecins & trois chimistes. M. Hardy, médecin de Rouen, & professeur royal de chimie, démonstrateur d'histoire naturelle, de la Société royale de Médecine de Paris, fut alors appelé à la rédaction des procès-verbaux; mais ses représentations sur la manière dont on opéroit, ou plutôt sur les conséquences qu'on tiroit des expériences, n'ayant point été écoutées, il se retira, & les procès-verbaux furent alors dressés par M.^{rs} Fleury, le Pecq & Michel, médecins agrégés au Collège de Médecine de Rouen; & par M.^{rs} Lechandelier & Mésaize, apothicaires de la même ville.

Pendant les discussions qu'avoit élevées d'abord M. Descroisilles & ensuite M. Hardy, ayant donné de l'inquiétude aux médecins & aux chimistes, M. le Pecq de la Clôture crut devoir consulter la Société royale de Médecine de Paris, & il adressa à cette compagnie différentes questions,

auxquelles elle répondit par deux Rapports, l'un du 22 Mai 1784, l'autre du 7 Juin 1785; ils ont été tous deux rendus publics par la voie de l'impression, en Juillet 1785. Ces deux Rapports auroient complètement décidé les questions qui divisoient les chimistes de Rouen, si la Société eût déterminé d'une manière précise, d'après des expériences, 1.^o si la précipitation par l'alkali fixe prouvoit, d'une manière assez concluante, qu'on eût ajouté à dessein de la terre calcaire dans les cidres; 2.^o si la présence de la terre calcaire pouvoit réellement masquer l'addition du plomb, comme l'avoit annoncé M. de la Folie, au point qu'on ne pût reconnoître l'existence de ce métal par les réactifs, & notamment par le foie de soufre volatil. Mais la Société royale n'ayant pas été à portée de fabriquer des cidres par elle-même, a laissé de l'incertitude sur la solution de ces deux questions. Quant à l'objet de salubrité, elle a prononcé d'une manière positive, dans son second Rapport, « que l'addition des cendres, de la craie ou de l'alkali fixe, faite dans la proportion nécessaire pour adoucir l'aigreur des cidres, ne paroissoit pas susceptible de nuire à la santé; que cette sophistication est celle qui pourroit être admise avec le moins de crainte; elle a même ajouté, que l'espèce d'adoucisement procuré aux cidres par les substances absorbantes, étoit peut-être moins nuisible à la santé que la saveur acide & piquante que contractent ces liqueurs quand elles sont prêtes à s'altérer ».

De son côté, M. Hardy lût, les 20, 27 Avril & 4 Mai 1785, à l'académie de Rouen, une suite d'expériences très-intéressantes sur les cidres, les poirés & les bières; sur les falsifications dont ces boissons sont susceptibles, & sur les moyens de les découvrir. Ce Mémoire qui contient une multitude d'expériences bien faites en général, sauf quelques légères inexactitudes échappées à la rapidité de la rédaction, embrasse la question dans toute son étendue; il y jette le plus grand jour, & nous devons à M. Hardy la justice de dire que

nos expériences nous ont presque toujours conduits aux mêmes conséquences qu'il en a tirées.

Tel étoit l'état de la question, au moment où l'Académie des Sciences de Paris a été consultée : il nous reste à lui rendre compte de nos expériences & de notre avis.

DEUXIÈME PARTIE,

Contenant les Expériences & l'avis des Commissaires de l'Académie.

COMME il étoit principalement question de prononcer sur l'effet de différens réactifs sur des cidres altérés ou prétendus tels ; comme les Chimistes de Rouen étoient divisés sur la question de savoir si du cidre pur peut, ou non, donner un précipité terreux par l'alkali, la première chose à faire étoit de nous procurer du cidre parfaitement pur ; autrement nous nous serions exposés au risque d'attribuer à des substances étrangères ce qui pouvoit être inhérent à la nature même du cidre, ou à quelques circonstances relatives à sa fabrication. Nous avons cru, sur un objet aussi important, devoir ne nous en rapporter qu'à nous-mêmes, & nous nous sommes déterminés à fabriquer des cidres à Paris, avec des pommes que le Ministre a bien voulu nous faire adresser de Normandie, & en suivant les procédés les plus généralement usités dans cette province. Cette manière d'opérer a retardé le compte que nous avions à rendre à l'Académie, de nos opérations, parce qu'il a fallu attendre la saison des pommes, les faire transporter à Paris, y fabriquer le cidre, le faire fermenter ; & ce n'est qu'après que tous ces préliminaires ont été remplis, que nous avons pu entamer la suite des expériences comparatives qu'exigeoit la commission dont nous étions chargés.

C'est vers la fin du mois de Décembre 1785, que les
Mém. 1786,

Q 99

pommes à cidre que nous avons demandées nous sont parvenues; il y en avoit de différentes qualités mêlées ensemble, & la quantité étoit d'environ douze cents livres pesant.

L'atelier de fabrication fut établi chez M. Baumé, au château des Ternes; il voulut bien y faire monter une presse, y faire construire une auge de bois d'orme & une de pierre calcaire fort dure, & de l'espèce connue sous le nom de *Pierre de lais*, pour piler les pommes. Munis de ces ustensiles & d'un nombre de barils suffisans, nous avons procédé, pendant le cours du mois de Janvier, à la fabrication des cidres ci-après.

C I D R E, N.º 1;

Sans addition d'eau, non cuvé.

LE 24 Décembre, on a pilé dans une auge de bois & avec des pilons de bois, cent quarante livres de pommes; on les a mises sur le champ à la presse, & on a retiré environ cinquante-deux pintes de jus d'une couleur brune foncée & d'une saveur douce & sucrée. Le marc bien égoutté s'est trouvé peser, le lendemain, trente-une livres; ce cidre a été descendu dans une cave, & on l'a laissé fermenter jusqu'à la fin de Mars: il étoit encore à cette époque, dans un état de fermentation; il n'étoit pas très-agréable au goût, il rougissoit le papier bleu & étoit sensiblement acide.

C I D R E, N.º 2,

Fait avec addition d'eau de rivière, & non cuvé.

ON a pilé, le 26 Janvier 1786, dans l'auge de bois & avec des pilons de bois, quatre-vingt-treize livres de pommes; on y a mêlé quarante-sept livres d'eau de la Seine, on a mis sur le champ à la presse sans faire cuver, on a porté à la cave les cinquante pintes de liqueur qu'on a obtenues. A la fin de Mars, ce cidre fermentoit encore

dans le tonneau, il rougissoit le papier bleu, il étoit légèrement acide; mais il avoit un goût vineux, agréable, & étoit plus clair & de meilleure qualité que le cidre n.^o 1.

C I D R E, N.^o 3,

Fait sans addition d'eau, & cuvé.

ON a pilé, le 26 Janvier 1786, dans une auge de bois & avec des pilons de bois, cent quarante livres de pommes; on a mis le tout à cuver dans un tonneau jusqu'au 20 Février suivant; la liqueur commençoit alors à fermenter, elle avoit l'odeur vineuse. On a tiré le jus par la presse, on a obtenu cinquante & quelques pintes de liqueur qu'on a descendues à la cave.

Le 30 Mars, le cidre étoit encore dans un état de fermentation, il rougissoit le papier bleu & avoit un goût légèrement acide; il avoit plus de corps que le cidre n.^o 2, mais il n'étoit pas aussi agréable.

C I D R E, N.^o 4,

Fait avec de l'eau de puits, non cuvé.

ON a pilé, le 27 Janvier, dans l'auge de bois & avec des pilons de bois, quatre-vingt-treize livres de pommes; on y a ajouté quarante-sept livres d'eau de puits du château des Ternes (a). On a mis sur le champ à la presse, & on a descendu le produit à la cave. A la fin de Mars, ce cidre fermentoit encore, il rougissoit le papier bleu, mais moins que les précédens; il étoit fort léger, peu coloré, & ressembloit à une espèce de piquette fort agréable.

C I D R E, N.^o 5,

Fait avec de l'eau de puits, & cuvé.

Le 27 Janvier, on a pilé dans une auge de bois & avec

(a) L'eau de ce puits contient environ quarante-quatre grains de sélénite par pinte, conformément à l'analyse jointe à ce Mémoire.

des pilons de bois, quatre-vingt-troize livres de pommes; on y a mêlé quarante-sept livres d'eau de puits, & on a laissé cuver jusqu'au 2 Février. La liqueur, à cette époque, avoit déjà pris un commencement de fermentation, elle avoit l'odeur vineuse; on a mis la matière à la presse, mais ce n'est qu'avec peine que la liqueur a coulé; on en a cependant obtenu environ cinquante pintes. A la fin de Mars, ce cidre fermentoit encore, il rougissoit le papier bleu, il différoit peu du précédent, mais il étoit moins agréable.

C I D R E, N.º 6,

Fait sans eau, non cuvé, & avec des pommes pilées dans une auge de pierre.

ON a bien nettoiyé & lavé une auge de pierre, on y a pilé, le 27 Janvier 1786, avec des pilons de bois, cent quarante livres de pommes; on les a passées sur le champ à la presse, & on a mis à la cave les cinquante & quelques pintes qui en sont provenues.

Le 30 Mars, ce cidre fermentoit encore, il rougissoit le papier bleu, il avoit une saveur un peu acide, il se rapprochoit beaucoup, pour la qualité, de celui n.º 2, mais il étoit moins vineux & moins agréable.

Ces différens cidres, dans lesquels nous étions parfaitement sûrs qu'il n'étoit entré autre chose que des pommes & de l'eau, nous ont fourni des termes de comparaison dans les expériences dont nous allons rendre compte; & nous nous sommes trouvés alors en état de répondre avec certitude & d'après des faits bien constatés, à la plus grande partie des questions qu'on pouvoit faire relativement à l'objet sur lequel l'Académie étoit consultée.

Nous allons indiquer ces questions, & y joindre nos réponses, à peu-près dans l'ordre qui nous est tracé par la lettre du Parlement au Roi.

PREMIÈRE QUESTION.

La propriété qu'ont quelques Cidres, de donner, par l'alkali fixe, un précipité terreux, est-elle une preuve qu'on y ait ajouté de la craie, de la chaux, de la cendre ou quelque autre terre absorbante?

R É P O N S E.

POUR mettre l'Académie en état de prononcer sur cette question, nous avons rempli six verres de chacun des six cidres que nous avons fabriqués nous-mêmes; & nous avons versé sur chacun de l'alkali fixe non-caustique, en liqueur: il n'y a eu aucun précipité dans les cidres fabriqués dans l'auge de bois, sans eau ou avec de l'eau de rivière, & la liqueur a été plutôt éclaircie que troublée; il y a eu au contraire un léger précipité dans le cidre fabriqué avec des pommes pilées dans une auge de pierre: le précipité a été beaucoup plus considérable, & il a été très-abondant dans les deux cidres où il étoit entré de l'eau de puits.

On voit donc que l'acide des pommes nouvellement découvert par M. Schéele, a la propriété d'agir sur la terre calcaire des auges mêmes de pierre dans lesquelles on pile le fruit; qu'il se fait une dissolution de la pierre calcaire, d'où résulte un sel à base terreuse, qui se dissout dans le cidre; que cette même terre se précipite & reparoit lorsqu'on verse de l'alkali fixe sur le cidre. Or, si cet effet a eu lieu dans nos expériences, malgré le soin & la propriété que nous y avons apportés, combien doit-il être plus sensible dans les campagnes, où les pommes sont souvent pilées dans des auges de pierre calcaire très-sales; & où elles passent sous des meules de même matière. Voilà donc une première cause qui doit communiquer à un assez grand nombre de cidres, au moins dans les provinces où l'on fait usage de meules de pierre calcaire, la propriété de donner un précipité terreux par l'alkali fixe: mais la nature des eaux doit fournir une cause bien plus générale du même

effet. Il ne se fait presque point de cidre qu'on n'y ajoute de l'eau pendant la fabrication ; la plupart de ces eaux proviennent de mares, de puits, de fontaines, qui souvent sont plus ou moins séléniteuses ; or, on sait que les eaux séléniteuses donnent par l'alkali, un précipité très-abondant : ce n'est donc pas toujours le cidre qui fournit la terre calcaire, ce peut être l'eau qui a été employée à sa préparation.

Il seroit à souhaiter sans doute qu'on n'introduisît dans les cidres que de l'eau très-pure, telle que de l'eau de rivière ou de sources, reconnue comme bonne, de l'eau de pluie conservée dans de bonnes citernes ; mais on ne peut pas en faire une loi ; les habitans de la campagne n'ont aucuns moyens pour éprouver les eaux, & on ne peut pas leur faire un crime de se servir, pour la fabrication de leurs cidres, de l'eau même qu'ils consomment pour leur propre boisson.

Pour qu'il ne nous restât, au surplus, aucune inquiétude sur le résultat de ces expériences, nous avons cru devoir les répéter avec M. Mésaize lui-même ; nous lui avons donné à cet effet à examiner en notre présence, les six espèces de cidres que nous avions fabriqués : mais sans lui en dire l'origine, & en les marquant seulement de leur numéro. Il en a mis dans des verres, suivant sa méthode ordinaire, il y a versé de l'alkali fixe très-pur, en liqueur, & après avoir donné le temps nécessaire pour que le précipité s'opérât, il a déclaré dans un rapport signé de lui, le 30 Janvier dernier : Que « le cidre n.^o 1 (fait sans addition & non cuvé), ne présente pas d'aurole sensible (b), & point de précipité ;

(b) Lorsqu'on verse sur du cidre de l'alkali fixe en dissolution, cette dernière liqueur tombe au fond comme spécifiquement plus lourde. Dans certains cas, il se forme un nuage léger dans le plan d'inter-

section des deux liqueurs. Ce nuage est un véritable précipité qui se forme aux points de contact ; c'est ce que les chimistes de Rouen ont nommé *Aurole*.

Que le cidre n.^o 2 (fait avec addition d'eau de rivière & non cuvé), est encore plus clair que celui n.^o 1, & ne présente aucune apparence d'auréole;

Que le cidre n.^o 3 (celui fait sans addition d'eau, & cuvé), ne présente également aucune apparence d'auréole;

Que le cidre n.^o 4 (celui fait avec addition d'eau de puits, non cuvé), présente une auréole bien marquée dans le verre qui n'a point été remué, & qu'il y a un précipité dans le verre qui a été remué;

Que le cidre n.^o 5 (celui fait avec de l'eau de puits, & cuvé), présente également une auréole dans le verre dans lequel l'alkali n'a point été remué, & un précipité dans celui qui a été remué;

Que le cidre n.^o 6 (celui fait sans eau, non cuvé, mais avec des pommes pilées dans une auge de pierre) ne présente qu'une auréole & un précipité très-léger.

Les Commissaires de l'Académie des Sciences ayant demandé à M. Mésaize, si les cidres dans lesquels il avoit reconnu une auréole & un précipité, auroient été dans le cas d'être condamnés, d'après les principes adoptés à Rouen, par la juridiction de la Police & par les Experts; il a répondu, que lorsque le précipité n'occupoit au fond du verre qu'un espace d'une ligne, on le regardoit comme nul, mais que dans les expériences qu'il venoit de faire en présence des Commissaires de l'Académie, les cidres n.^{os} 4 & 5, auroient été dans le cas de la condamnation, &c. &c. *Signé* MESAIZE, CADET, LAVOISIER, BAUMÉ, BERTHOLLET & D'ARCET.

Des Chimistes de Rouen avoient prétendu que le corps muqueux dissous dans l'eau, étoit susceptible d'être précipité par l'alkali fixe; que la gomme arabique elle-même avoit cette propriété, & qu'en conséquence le cidre doux, avant que la fermentation fût complète, devoit donner naturellement, & sans qu'il eût reçu aucune addition de corps étrangers, un précipité par l'alkali fixe: cette circonstance auroit été précieuse dans les usages de la société, parce

qu'elle auroit fourni un moyen simple de reconnoître si un cidre ancien avoit été recoupé & mélangé avec du nouveau. Pour savoir à quoi nous en tenir à cet égard, nous avons fait piler des pommes dans une auge de bois & avec des pilons de bois; les ayant passées à la presse, nous avons rejeté les premières portions qui étoient troubles, & nous n'avons employé que celles obtenues les dernières, & qui s'étoient éclaircies en se filtrant à travers le marc : ayant ensuite soumis ce jus de pommes à l'épreuve de l'alkali fixe, celui non filtré, ou filtré à travers le marc, n'a donné aucune apparence de précipité, ni sur le champ, ni pendant l'espace de quatre jours. Il n'en a pas été de même de celui filtré au travers du papier-joseph; ce dernier a donné sur le champ, par l'alkali fixe, un précipité sensible, d'un rouge briqueté; ce qui prouve que le filtre de papier fournit de la terre calcaire à l'acide des pommes, & forme avec lui un sel à base terreuse. M. Hardy avoit déjà fait la même observation dans le Mémoire que nous avons cité.

Une dissolution de gomme arabique bien pure, ne nous a donné, par l'alkali fixe, aucun précipité.

L'alkali fixe ne fournit donc point un moyen de reconnoître les mélanges de cidre nouveau avec l'ancien, comme quelques Chimistes l'avoient prétendu; le précipité qu'ils ont obtenu provenoit du filtre, ou en général, de quelques portions de terre étrangère introduite accidentellement dans le jus de pommes ou cidre doux sur lequel ils ont opéré.

SECONDE QUESTION.

L'ADDITION des substances terreuses & calcaires, telles que la chaux, la craie & les cendres, masquent-elles la présence du plomb, au point de rendre cette substance métallique méconnoissable par les différens réactifs, tels que le soie de soufre, l'acide vitriolique, l'acide marin, &c?

R É P O N S E.

POUR répondre à cette question, nous avons pris du
cidre

cidre, n.^o 2, qui avoit été fait avec des pommes & de l'eau de Seine. On a vu que ce cidre ne donnoit point de précipité par l'alkali : nous y avons mêlé une quantité considérable d'une dissolution de terre calcaire par le vinaigre, puis dans un verre de ce mélange, nous avons ajouté une goutte de dissolution de plomb par le vinaigre ; enfin nous avons versé sur le tout quelques gouttes de foie de soufre volatil : il s'est fait sur le champ un précipité brun, dont la couleur étoit à peu-près aussi foncée que s'il n'eût point été ajouté de terre calcaire dans le cidre.

Pour ne rien laisser à désirer sur ce résultat, nous avons mis dans une autre portion du même cidre n.^o 2, de la craie en poudre, autant qu'il a pu en dissoudre ; nous avons filtré ; puis à cinq ou six parties de ce mélange, nous en avons ajouté une d'un cidre que nous avons lithargisé. Ayant versé quelques gouttes de foie de soufre volatil, il s'est fait sur le champ un précipité d'un brun noirâtre. L'addition de la terre calcaire ne masque donc point les différentes préparations de plomb introduites dans les cidres, comme l'avoit annoncé M. de la Folie ; les inquiétudes qu'il avoit inspirées à cet égard, ne portent donc sur aucun fondement, & l'épreuve du foie de soufre, & sur-tout du foie de soufre volatil, fournit un moyen également concluant pour reconnoître la présence du plomb dans les cidres, soit qu'on y ait ajouté ou non de la terre calcaire.

TROISIÈME QUESTION.

LES expériences faites par les réactifs, tels que le foie de soufre fixe ou volatil, l'acide marin, &c. sont-elles suffisantes pour qu'on puisse affirmer d'une manière positive qu'il existe du plomb dans une boisson !

R É P O N S E.

TOUTES les fois qu'en versant sur un cidre ou sur une autre liqueur fermentée quelconque, quelques gouttes de foie de soufre volatil, il se forme un précipité noir ou même

Mém. 1786.

Rrr

d'un brun foncé, il en résulte une très-grande probabilité & presque une certitude, que cette liqueur contient une préparation de plomb ou d'une autre substance métallique : cependant, comme il se mêle souvent dans les expériences chimiques faites par les réactifs, des circonstances délicates & des effets inattendus ; comme il n'est pas démontré que quelques autres substances non mal-faisantes & qui pourroient se rencontrer naturellement dans les cidres, ne puissent pas produire le même effet, la prudence exige que, quand il est question de prononcer des peines afflictives, on ait recours à des expériences plus décisives. Nous pensons comme la Société royale de Médecine, que les seules véritablement concluantes, consistent à faire évaporer une quantité assez considérable de ces cidres, douze pintes, par exemple, & même plus, s'il est nécessaire ; à faire incinérer l'extrait, à le combiner avec du borax & de l'alkali fixe, & à pousser au feu dans un creuset d'essai, jusqu'à ce que le tout soit entré parfaitement en fusion. Il ne suffit pas, dans ces sortes d'occasions, qu'il se trouve à la fin de l'opération un enduit de couleur plombée dans l'intérieur du creuset, comme l'a obtenu M. de la Folie : cet enduit plombé ne prouve rien ; il faut que le plomb se retrouve en nature & sous forme métallique & malléable, & recommencer l'opération jusqu'à ce qu'on y soit parvenu ; autrement, c'est-à-dire, si on ne peut obtenir le plomb en culot, toutes les autres indications doivent être regardées comme insuffisantes & suspectes.

QUATRIÈME QUESTION.

QUELLES conséquences peut-on tirer de l'expérience du barreau de fer, faite, dans les derniers temps, par les Chimistes de Rouen ?

R É P O N S E.

LES médecins & les chimistes de Rouen ayant soupçonné, comme nous l'avons déjà exposé plus haut, que quelques uns des cidres soumis à leur examen contenoient du cuivre,

Ils se sont servis pour le reconnoître, du moyen suivant. Ils mettoient dans le cidre ou dans la liqueur dans laquelle ils soupçonnoient du cuivre, un petit barreau de fer bien décapé ; ils l'y laissoient vingt-quatre heures sans remuer la liqueur : l'acide qui tenoit le cuivre en dissolution, quitte dans cette expérience ce métal pour s'unir au fer, pour lequel il a plus d'affinité ; en même-temps le cuivre se dépose à la surface du fer, & lui donne toute l'apparence d'un barreau de cuivre.

Ce moyen, qui est indiqué par la Table de Geoffroy, est employé depuis long-temps dans les travaux des mines pour obtenir le cuivre des eaux vitrioliques ; mais on ne savoit pas, & nous ignorions nous-mêmes à quel point ce procédé étoit sensible. Nous avons essayé d'introduire dans des cidres purs, des quantités de cuivre extrêmement petites, un cent vingt-huitième de grain ; par exemple, sur une pinte, quantité qui auroit échappé à tout autre genre d'expériences ; la partie du barreau a été complètement recouverte d'un enduit de cuivre rouge très-brillant.

Il est avantageux sans doute d'avoir un moyen sûr de reconnoître la présence des plus petites quantités de cuivre dans les liqueurs destinées à servir de boisson ; mais on ne peut pas supposer qu'on l'y introduise à dessein, sous quelque forme que ce soit. Les préparations de cuivre n'ont pas, comme celles du plomb, la propriété d'adoucir les cidres, elles leur communiquent au contraire un goût désagréable, & qui seroit même insupportable si la quantité de cuivre étoit un peu considérable : le cuivre ne peut donc s'y trouver qu'accidentellement. Une cause bien simple peut en faire rencontrer quelquefois dans les cidres ; on les fabrique presque toujours dans une saison très-froide, & où la fermentation a de la peine à s'établir. Les gens de la campagne n'ont d'autres moyens pour réchauffer le cidre trop froid qui ne peut fermenter, que de faire chauffer une certaine quantité de jus de pommes, pour le verser ensuite dans celui

R r r ij

qui doit fermenter. C'est presque toujours dans des chaudières de cuivre que se fait cette opération; quelquefois on ne les a pas bien nettoyées avant de s'en servir, ou bien on y a laissé séjourner trop long-temps la liqueur : l'acide des pommes attaque le cuivre, & il peut s'en dissoudre assez pour qu'on puisse le reconnoître par le moyen que nous venons d'indiquer, & même pour que ces cidres incommodent par un usage habituel. Quoi qu'il en soit, c'est toujours par un effet de la négligence des fabricans qu'il se trouve du cuivre dans les cidres, & cette négligence peut avoir des suites funestes : nous pensons donc que ceux dans lesquels sa présence est constatée, doivent être soustraits à la consommation & convertis en eau-de-vie; mais ceux qui les ont fabriqués ne nous paroissent dans le cas d'être condamnés à des peines, qu'autant qu'on acquerroit la preuve qu'ils auroient eu intention de nuire, intention qui ne doit pas se présumer, & qui d'ailleurs, si elle étoit prouvée, rentreroit dans la classe des crimes prévus par les loix.

C I N Q U I È M E Q U E S T I O N.

QUELS sont les mélanges véritablement condamnables & qui doivent exciter la sévérité des loix? Peut-on tolérer dans les cidres l'addition des substances absorbantes, telles que les cendres, l'alkali, la craie, la chaux & les terres calcaires en général?

R É P O N S E.

LA quantité de cendres, de craie, de matières alcalines & absorbantes, qu'on peut introduire dans les cidres pour en détruire l'acidité, est limitée par la nature même de la chose, & ne peut être considérable. Si la quantité ajoutée étoit seulement suffisante pour neutraliser entièrement l'acide, les cidres ne seroient plus potables. Nous pensons en conséquence absolument comme la Société royale de Médecine, que cette addition ne peut pas être nuisible à la santé, & qu'on peut la tolérer sans crainte & sans inquiétude,

Nous sommes également persuadés que les cidres adoucis par l'addition des substances alcalines & terreuses, sont moins nuisibles à la santé qu'ils ne l'auroient été si on les eût laissés dans leur état d'acidité, & si l'on eût abandonné la fermentation acide à son cours naturel.

Mais comme les cidres ainsi rétablis ne sont pas de garde, comme il est important que les acheteurs soient prévenus contre ce genre d'altération, nous conseillons de répandre dans les campagnes une instruction courte & très-simple sur la manière d'essayer les cidres & de reconnoître les additions de corps étrangers qui pourroient y avoir été faites.

A l'égard des additions de litharge, de céruse, de blanc de plomb, comme toutes les préparations de ce métal sont de véritables poisons, nous pensons que les loix doivent en proscrire l'usage sous des peines sévères: ces loix ne sauroient avoir trop de publicité, elles doivent être lûes aux prônes des paroisses, & y être relûes, chaque année, à l'époque où commence la fabrication des cidres; elles doivent être accompagnées de l'instruction relative à l'essai des cidres, instruction qu'on ne sauroit de même trop répandre & trop mettre à la portée de tout le monde.

SIXIÈME QUESTION.

PEUT-ON tolérer les mélanges de cidres nouveaux avec les vieux, pour les rajeunir; les introductions de sucre ou de mélasse dans les cidres, pour y ranimer la fermentation? Y a-t-il quelque danger de souffrir qu'on y ajoute de l'eau-de-vie de vin ou de cidre, pour leur donner plus de corps, ou pour en prévenir le dépérissement?

RÉPONSE.

LES mélanges de cidres, les uns avec les autres, ont en général peu d'inconvéniens, & souvent ils ont de l'avantage; on ne peut donc se dispenser de les tolérer. D'ailleurs, c'est un principe de ne défendre que ce qu'on peut empêcher: or la Police la plus surveillante ne peut

s'opposer à ce qu'un particulier mêle ensemble deux cidres qu'il a dans son domicile, & la chimie ne fournit jusqu'à présent aucun moyen certain pour reconnoître ces sortes de mélanges qui, au surplus, comme on vient de le remarquer, n'ont rien de mal-faisant.

Quant aux additions de sucre, de mélasse, de jus de pommes épaissi, elles ne peuvent que contribuer à la qualité du cidre, sur-tout lorsqu'elles sont faites dans le temps de la fabrication; leur usage d'ailleurs a été conseillé par des chimistes distingués, pour les vins, notamment M.^{rs} Macquer & Baumé, & nous pensons que loin de les défendre, on doit plutôt en conseiller l'usage. On en peut dire autant de l'eau-de-vie, malgré le préjugé contraire presque universellement répandu; l'addition de cette liqueur dans les cidres, faite en quantité modérée, ne peut être dangereuse dans aucun cas, & elle a l'avantage de donner aux cidres du corps, de la qualité, & de les rendre plus durables.

Il est des provinces entières où le mélange de l'eau-de-vie avec le vin est universellement pratiqué; ces deux liqueurs s'incorporent ensemble avec le temps, au point de rendre la présence de l'eau-de-vie absolument impossible à reconnoître.

SEPTIÈME QUESTION.

QUELS sont les moyens que le Gouvernement pourroit mettre en usage pour perfectionner la fabrication des cidres en Normandie, pour bannir les craintes du Public, les inquiétudes des Tribunaux, & faire renaitre la confiance dans le Commerce?

RÉPONSE.

Le seul moyen que le Gouvernement puisse employer pour perfectionner la fabrication des cidres, est de procurer plus de lumières dans les campagnes, de faire rédiger une instruction bien faite & à la portée du peuple, sur la meilleure manière de fabriquer le cidre, & de la répandre dans toutes

les paroisses. Tout règlement, tout moyen coactif entraîneroit les plus grands inconvéniens ; premièrement , parce que tous les arts sont susceptibles de progressions , & que vouloir en fixer les procédés par un règlement , c'est mettre d'avance un obstacle qui doit s'opposer à jamais à tout progrès ultérieur ; secondement , parce que le Gouvernement ne doit ordonner qu'autant qu'il a des moyens de faire exécuter , & qu'il n'en existe aucun qui puisse empêcher les habitans de la campagne de mêler de l'eau avec leur cidre lorsqu'ils le fabriquent , de le faire cuver plus ou moins , & de suivre tel procédé qu'ils jugent à propos pour la fabrication.

Nous n'ignorons pas qu'en proposant d'assujettir la fabrication des cidres à des réglemens , on y a joint le projet d'établir des inspecteurs pour en assurer l'exécution ; mais la confiance de l'Académie dont nous nous trouvons honorés en ce moment , nous impose la loi de combattre de toutes nos forces un projet aussi dangereux. Des inspecteurs de cette espèce ne rempliroient l'objet de leur institution qu'autant qu'ils seroient très-nombreux , & alors il en résulteroit un impôt réel mis sur la fabrication des cidres dans la province de Normandie. Ce n'est pas la première fois que le Gouvernement a cédé à des propositions de ce genre , qu'il a établi des inspecteurs pour vérifier la qualité des boissons , des bestiaux , des denrées , des marchandises , & que des droits ont été accordés à des officiers , sous le prétexte de l'utilité publique : des fonctions qui étoient inutiles , ou plutôt qui n'auroient pu s'exercer sans troubler l'ordre de la société , ont été supprimées , mais les droits qui y étoient attachés , ont continué de se percevoir ; il en seroit bientôt de même à l'égard des cidres. D'ailleurs , les habitans de la campagne sont déjà soumis à un assez grand nombre de gênes , nécessaires sans doute , sous de certains rapports , sans les assujettir encore à des formalités inutiles qui entraînent la violation du domicile , qui soumettent l'honneur & la fortune des citoyens au témoignage d'un petit nombre

504 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE
d'hommes, & de ceux même qui ont intérêt à les trouver
coupables.

Nous répétons donc que le Gouvernement doit se contenter d'instruire les habitans de la campagne sur leurs propres intérêts dans la fabrication des cidres ; de mettre entre les mains des marchands & des consommateurs les moyens d'essayer eux-mêmes les cidres du commerce, en publiant & en répandant dans toutes les paroisses de la Normandie, des instructions rédigées dans cette vue ; qu'alors chacun étant en état de juger les cidres, de les admettre, ou de les rejeter, on pourra toujours proportionner le prix à la qualité.

RÉSUMÉ ET CONCLUSION.

DE tout ce qui précède, nous concluons, premièrement, que le précipité terreux qu'on obtient de quelques cidres, lorsqu'on y mêle de l'alkali fixe en liqueur, ne fournit point une preuve qu'on y ait ajouté à dessein de la craie ou une autre terre calcaire quelconque pour l'adoucir & pour en absorber l'acide.

Secondement, que l'addition des cendres, de la craie, de la chaux, des terres calcaires & absorbantes en général, n'empêchent point, comme l'avoit annoncé M. de la Folie, le plomb qui a été introduit dans les cidres, de se manifester par l'addition du foie de soufre.

Troisièmement, que l'addition des cendres, de l'alkali, de la chaux, des terres calcaires dans le cidre, ne peut pas être assez considérable pour devenir nuisible à la santé ; que les cidres ainsi adoucis, sont moins mal-faisans qu'ils ne l'auroient été si on n'en n'eût point corrigé l'acidité ; & que le principal, & peut-être le seul reproche qu'on puisse faire à ces cidres, est d'être de peu de garde.

Quatrièmement, que les additions de blanc de plomb, de céruse, de litharge, & toutes autres préparations de plomb, sont les seules qui doivent exciter l'animadversion des Tribunaux & la sévérité des loix ; mais que l'épreuve faite

faite par le soie de soufre, & la couleur noire ou brune, ne fussent pas pour justifier des condamnations à des peines afflictives; qu'il faut des preuves plus décisives; qu'il faut que l'existence du plomb ait été rendue sensible, & qu'elle ait été démontrée par le procédé que nous avons indiqué.

Cinquièmement, que comme le cuivre, ni aucune de ses préparations n'ont la propriété de rétablir les cidres aigres, on ne peut pas supposer, à moins qu'on n'en ait acquis une preuve légale, qu'elles y aient été ajoutées à dessein: qu'on doit donc se contenter de retirer de la consommation les cidres dans lesquels le barreau de fer aura démontré la présence du cuivre, mais sans prononcer de peines afflictives.

Sixièmement, que pour ramener la législation relative aux cidres, au point que nous venons d'indiquer, il paroît nécessaire qu'il soit rendu, pour tout le royaume, une loi qui défende, sous des peines sévères, l'addition de plomb & de toutes les préparations de plomb dans les boissons; qui ordonne que celles où il se trouvera du cuivre, seront soustraites à la consommation & converties en eaux-de-vie, & qu'il soit donné à cette loi la plus grande publicité, principalement dans la province de Normandie.

Septièmement, qu'à l'égard des additions de cendres, d'alcali, de craie, de chaux, & de terres absorbantes en général, le Gouvernement doit se contenter de faire publier une instruction détaillée sur la meilleure manière de fabriquer les cidres, de les clarifier, de les gouverner, de les conserver & de les rétablir; que cette instruction doit contenir des procédés simples pour les essayer, afin que le cultivateur & le fabricant, le marchand & le consommateur, puissent par eux-mêmes, dans tous les cas, reconnoître les mélanges qui pourroient avoir été faits avec les cidres, & la qualité de ces boissons.

Ces vues paroissent rentrer dans celles du parlement de Rouen, puisque dans sa lettre au Roi, il demande en termes exprès, » qu'il soit procédé à des expériences de tout genre sur

Mém. 1786,

Sff

- » la fabrication des cidres & poirés, leur fermentation, leur
- » clarification, leur conservation, ensemble sur les moyens
- » de reconnoître les corps étrangers qui auroient pu y être ajoutés, &c ».

Il auroit été sans doute à desirer que, pour compléter notre travail & remplir entièrement la mission dont nous sommes chargés, nous eussions rédigé l'instruction que les circonstances paroissent exiger, & que nous en eussions présenté le projet à l'Académie; mais nous avons pensé que nous n'avions ni le temps ni les commodités nécessaires pour remplir convenablement un objet aussi important. Nous croyons que le meilleur moyen de rassembler des matériaux, seroit de proposer, sur ce sujet, un prix, au jugement de l'Académie des Sciences. Le prix proclamé, on extrairait des Mémoires qui auroient concouru, tout ce qu'ils pourroient présenter d'utile; & en réunissant ces connoissances avec celles déjà répandues dans quelques bons ouvrages, on seroit en état de former un corps d'instruction, dans lequel on seroit assuré de n'avoir rien omis d'essentiel. Ce prix exigeant un travail de plusieurs années, il est nécessaire que la valeur en soit proportionnée à la multiplicité & à l'importance des expériences.

Fait & arrêté à l'Académie des Sciences, à Paris, ce 17 Juin 1786. *Signé* CADET, BAUMÉ, D'ARCET, BERTHOLLET, LAVOISIER.



M É M O I R E

S U R L A

TEMPÉRATURE DES SOUTERRAINS

de l'Observatoire Royal (a).

Par M. le Comte DE CASSINI.

DE tous les instrumens de la Physique moderne, le Thermomètre est sans doute celui dont l'usage est le plus répandu; il est simple, à la portée de tout le monde & de toute sorte d'observateurs. Cet instrument a d'ailleurs cela d'intéressant, qu'il nous rend compte, pour ainsi dire, de nos sensations, tellement que nous nous en rapportons plutôt à lui qu'à nous-mêmes, sur les impressions de chaleur ou de froid que l'air & ses vicissitudes nous font éprouver.

C'est à la Médecine que nous sommes redevables du thermomètre : Sanctorius l'imagina pour reconnoître les divers degrés de chaleur qu'éprouvoient les malades affectés d'une fièvre plus ou moins violente. Nulle invention n'a, dans sa naissance, la perfection que l'expérience & le temps peuvent seuls lui procurer: le thermomètre de Sanctorius, & même celui que les Académiciens de Florence substituèrent, & qui étoit plus parfait, ne montroient que les variations de la température; ils ne faisoient point connoître le véritable degré de la chaleur & du froid. Il étoit réservé à M. Amontons, Membre de cette Académie, d'établir un terme de comparaison, de trouver un point fixe d'où peut partir la graduation du thermomètre, de manière que dans tous les lieux & dans tous les temps on pût mesurer, pour

(a) Un extrait de ce Mémoire a été lu à la séance de la rentrée publique de Pâques, en 1785.

ainsi dire, la force de la chaleur. M. de Réaumur & plusieurs autres Savans ont depuis perfectionné cet instrument autant peut-être qu'il en est susceptible, car on ne peut se cacher qu'il existe encore dans son principe & dans la construction bien des sources de petites imperfections que l'on a peu d'espérance de pouvoir corriger.

La chaleur de l'eau bouillante, le froid de l'eau dans la congélation, & la température des caves profondes, avoient paru d'abord trois termes fixes & constans, que la Nature offroit aux Physiciens pour termes de comparaison propres à fixer l'échelle des degrés de la chaleur & la graduation des thermomètres; mais un examen approfondi, des expériences délicates ont fait reconnoître depuis que ces données n'étoient pas tout-à-fait aussi constantes, ni aussi rigoureusement exactes qu'on se l'étoit imaginé. Nous nous bornerons dans ce Mémoire à l'examen de la température des caves, particulièrement de celle des souterrains de l'Observatoire.

Voy. (*Mém.*

Ac. 1730.

p. 502.)

« Quand on a voulu nier, dit M. de Réaumur, l'exis-
tance & même la possibilité de tout degré de chaleur fixe,
» on n'a pas pensé que les physiciens de Paris en ont un très-
» commode dans les caves de l'Observatoire : c'est à la vérité
» un fait bien singulier, & un de ceux qu'on n'auroit pas
» prévu, que des caves dont la profondeur n'est pas extrême,
» & dont la longueur n'est pas excessive; que ces caves, dis-je,
» renferment un air dont la température est toujours sensible-
» ment la même. Les épreuves qu'on en a faites sont pourtant
» démonstratives; M. de la Hire a trouvé que dans les plus
» grandes chaleurs de nos étés, & dans le plus grand froid
» de 1709, la liqueur du thermomètre est restée assez constamment sur le même degré ».

De ce passage tiré des Mémoires de l'Académie; *année 1730, page 502*, on peut présumer que M. de Réaumur n'avoit point eu connoissance d'anciennes observations faites par M. Cassini, & qu'il est très-intéressant pour notre objet de rapporter ici.

Dans un dépouillement que j'ai fait des observations météorologiques de mon arrière-grand-père, consignées dans les registres de l'Observatoire, j'ai trouvé que le 24 Septembre 1671, on déposa dans les souterrains de l'Observatoire un thermomètre qui y resta en expérience pendant un certain temps; le lendemain 25, on marqua avec soin la hauteur où se tenoit la liqueur. Pendant tout le mois d'Octobre & de Novembre on descendit plusieurs fois dans les souterrains, & l'on trouva toujours la liqueur à la même élévation; mais le 7 Décembre elle étoit descendue un peu au-dessous de la marque: on fit un nouveau trait, & le 21 du même mois on trouva encore la liqueur au-dessous de la nouvelle marque, mais le 1.^{er} Janvier suivant 1672, elle étoit remontée d'une ligne (d'après une note que j'ai trouvée sur les registres, j'ai lieu de croire que ce thermomètre avoit été construit par M. Mariotte). Voilà les plus anciennes observations sans doute qui aient été faites sur la température des souterrains de l'Observatoire. Nous aurions désiré qu'elles eussent été plus multipliées, que la construction du thermomètre, la grandeur de ses divisions, les précautions prises de la part de l'observateur, & bien d'autres circonstances, eussent été indiquées; mais on ne pouvoit prévoir alors tous les objets de recherche qui nous occupent aujourd'hui.

Je ne connois, des observations de M. de la Hire, que ce que j'en ai cité plus haut, d'après M. de Réaumur; je doute qu'il ait fait imprimer quelque chose dans nos Mémoires sur cet objet.

En 1773, M. le Gentil lut à l'Académie un Mémoire contenant des observations intéressantes, faites dans les souterrains de l'Observatoire; on y voit qu'au mois d'Octobre de l'année 1741, M. Michely marqua avec soin sur un thermomètre à grande division, le terme de la température de ces souterrains, par deux fils très-fins collés sur le tube. Ce même thermomètre remis entre les mains de M. le Gentil par Dom Germain, Chartreux, fut transporté dans

les mêmes souterrains, le 13 Janvier 1776, & descendit d'un demi-degré au-dessous du terme fixé en 1741.

En 1759, M. le Gentil avoit d'ailleurs déterminé avec un autre thermomètre de M. Michely, la température des souterrains, de $10^{\frac{1}{4}}$; en 1773, il ne la trouva plus que de $9^{\frac{1}{2}}$, mais avec un thermomètre du sieur Lafond, cette température déterminée, dans l'été de 1775, de $9^{\frac{1}{2}}$, se trouva absolument la même le 29 Janvier 1776, jour du plus grand froid de cet hiver rigoureux,

Voilà donc deux observations de M. le Gentil, dont l'une concourt avec celle de M. de la Hire, & nous apprend que dans les temps les plus chauds & dans les plus grands froids, la température des souterrains de l'Observatoire se trouve absolument la même; l'autre, d'accord avec celles de mon arrière-grand-père, montre que cette température a paru en certains temps différente & variable de trois quarts de degré. Ces divers résultats étoient sans doute bien singuliers & peu faciles à expliquer; mais en physique, avant de chercher à raisonner sur un fait, l'on doit toujours commencer par le vérifier: ce n'est point faire injure aux observateurs qui nous ont précédé, que de répéter leurs expériences & leurs observations; au contraire, si en apportant de nouvelles précautions, en employant des instrumens plus parfaits, on retrouve à peu-près les mêmes résultats qu'eux, c'est ajouter à leur gloire & donner en même temps plus d'authenticité à la vérité. Je formai donc, il y a deux ans, le projet de faire, sur la température des souterrains de l'Observatoire, des observations nombreuses & suivies; de rechercher si les variations étoient réelles, si elles suivoient une certaine loi, & quelle en pouvoit être la quantité. Pour remplir ces différens objets de recherches, il falloit des instrumens plus parfaits que ceux qu'on avoit employés jusqu'ici: en effet, en supposant que la variation eût lieu, elle devoit être peu considérable; en conséquence, ses mouvemens, c'est-à-dire, les accroissemens & les diminutions, ne pouvoient être saisis

& déterminés que par un thermomètre très-exact & extrêmement sensible, mais tel cependant que la présence de l'observateur ne le fit point varier trop subitement, & ne rendit pas l'observation physiquement impossible. La construction d'un pareil instrument offroit sans doute trop de difficultés pour être confiée à un simple ouvrier praticien, & peut-être n'aurois-je pu me le procurer tel que je pouvois le désirer sans les secours & les lumières d'un de mes confrères, M. Lavoisier, qui voulut bien se charger de faire exécuter sous ses yeux le thermomètre dont nous allons donner la description, en indiquant en même temps les précautions prises pour sa construction & sa graduation. Nous croyons devoir désigner ce nouvel instrument sous le nom de *Thermomètre de température*.

Description du nouveau Thermomètre de température.

LA glace fondante & l'eau bouillante offrent les deux termes les plus constans & les plus précis que l'on ait encore pu trouver pour la graduation des thermomètres; mais l'intervalle entre ces deux extrêmes deviendrait trop considérable dans un thermomètre que l'on voudrait rendre très-sensible, & dont le tube ne pourroit avoir moins de 20 à 24 pieds de longueur: or, où trouver un pareil tube assez exactement calibré, & où placer un pareil instrument? Le suif fondant présente un autre terme moins éloigné, puisqu'il ne répond qu'aux environs du 32.^{me} degré. Ce terme, d'après les recherches de M. Lavoisier, paroît même assez constant, mais il n'est pas rigoureusement le même dans toutes les espèces de suif. Il fallut donc en revenir à la glace & à l'eau bouillante, & prendre le parti suivant.

M. Lavoisier construisit d'abord un thermomètre à mercure avec un tube bien calibré, d'environ 20 pouces de longueur; les deux termes de la glace fondante & de l'eau bouillante furent déterminés avec le plus grand soin, & marqués sur le tube même par un trait extrêmement fin; il choisit, pour remplir le thermomètre, un jour où le baromètre étoit

à 28 pouces; & pour éviter que la hauteur de la colonne d'eau dans laquelle on le plongeoit, n'augmentât la chaleur de l'eau bouillante dans l'endroit du bain où la boule étoit plongée, il se servit du bain-marie, dans lequel le thermomètre pouvoit être couché presque horizontalement. Ce thermomètre achevé, fut fixé sur une bande de glace, & l'intervalle du terme de la congélation à celui de l'eau bouillante, fut divisé en quatre-vingts parties par le sieur Richer, qui employa à cette opération une excellente machine à diviser. Passons actuellement à la description du second thermomètre, auquel celui-ci ne devoit servir que d'étalon.

On a choisi un matras de deux pouces & demi de diamètre, dont on a coupé le col à trois pouces; l'ouverture a été rétrécie à la lampe d'émailleur, & on y a soudé un tube de verre presque capillaire, de vingt-deux pouces de longueur; ce tube avoit été choisi dans un très-grand nombre, & se trouvoit parfaitement calibré. Il a résulté de ces dispositions un gros thermomètre qu'on a rempli de mercure très-pur, & l'on a fait ensuite bouillir ce mercure dans la boule même avec beaucoup de précaution. Cette opération délicate achevée, à mesure que le mercure de la boule se refroidissoit, on a ajouté du mercure qui avoit bouilli, & la quantité en a été proportionnée de manière qu'à la température des caves de l'Observatoire, le mercure pût s'élever environ aux deux tiers de la longueur du tube.

Ce thermomètre construit, il fallut le graduer, & c'étoit le point difficile; on prit une bande de glace portant d'un côté une division très-exacte en pouces & en lignes, contre laquelle on fixa le nouveau thermomètre, que l'on plongea dans un bocal dont on voit la figure dans la planche ci-jointe, Fig. 1. *(nous renvoyons à cette planche & à l'explication qui l'accompagne, tous les petits détails de la monture & de l'équipage du nouveau thermomètre)*. On remplit d'eau ce bocal, & on y plongea en même temps le nouveau thermomètre-étalon. Comme la boule de ce dernier étoit

étoit incomparablement plus petite que l'autre , si l'on avoit fait varier brusquement la température de l'eau du bocal, la marche du gros thermomètre auroit été fort en retard sur celle de l'étalon , & il auroit été impossible d'établir une comparaison entr'eux. Pour éviter cet inconvénient, on a choisi, pour opérer, le commencement du printemps, saison dans laquelle la température de l'air varie peu dans l'intérieur des maisons; on s'est établi dans un appartement dont les fenêtres étoient constamment fermées; enfin, pour plus de sûreté, on a pris, pour établir les comparaisons, le temps où les thermomètres n'avoient point varié depuis plus de trois heures : ces opérations ont rendu l'opération extrêmement longue, elle a duré six semaines. Au moyen des observations qui ont été multipliées pendant cet intervalle, on est parvenu à connoître avec assez d'exaétitude les hauteurs du mercure en pouces & en lignes dans le thermomètre de mercure, correspondantes aux hauteurs du mercure de degrés en degrés dans le thermomètre-étalon. Le résultat a été que chaque degré du thermomètre-étalon répondoit à 4 pouces 3 lignes du thermomètre de température; que le neuvième degré, par exemple, répondoit à 12 pouces 6 lignes, & le dixième à 16 pouces 9 lignes, d'après quoi il a été facile de faire sur la bande de glace du thermomètre de température, une division en degrés & fractions de degrés, latérale à celle qui avoit d'abord été faite en pouces & en lignes. L'on voit donc à gauche du tube de notre nouveau thermomètre une échelle en pouces, lignes & quarts de ligne, & à droite une autre échelle de degrés subdivisés chacun en cent parties; & comme chacune de ces parties est à peu-près de la grandeur d'une demi-ligne, on voit que l'on peut distinguer & estimer très-facilement le demi-centième d'un degré. Ces divisions ont été faites par le même artiste que nous avons cité ci-dessus, & c'est le sieur Mossy qui a été chargé de l'exécution des deux autres parties des thermomètres.

Lorsque le thermomètre de température & son étalon

Mém. 1786.

T t t

ont été ainsi complètement achevés, on a cru devoir vérifier encore une fois toutes les comparaisons, & l'on a attendu à cet effet les premiers froids de l'automne; alors on s'est étudié de nouveau à mettre les deux thermomètres parfaitement d'accord, ce qui peut s'exécuter avec la plus grande facilité, par le moyen d'une vis de rappel qui fait monter ou descendre à volonté de quelques lignes la bande de glace qui porte les divisions.

Tels furent les procédés employés par M. Lavoisier, pour construire le thermomètre que je lui avois demandé, propre à déterminer les plus petites variations de la température des souterrains. Ce fut en cet état qu'il l'apporta à l'Observatoire, le 4 Juillet 1783. Il me reste à rendre compte des soins & des précautions que j'ai pris de mon côté, pour l'établissement du nouvel instrument.

Établissement du nouveau Thermomètre. Détermination de la température des Souterrains & de ses variations pendant deux années.

JE n'avois vu faire qu'avec peine, en 1781, une ouverture & une communication des souterrains de l'Observatoire, avec les nouvelles carrières de Paris, présumant bien que l'introduction du nouveau courant d'air changeroit la température; pour m'en assurer, je descendis, le 15 Février 1782, un thermomètre à mercure au fond des souterrains, accompagné de M. le Gentil qui apporta aussi un autre thermomètre à esprit-de-vin, & nous déposâmes les deux instrumens dans l'endroit reconnu de tout temps pour conserver toujours la même température, & sur la table consacrée depuis cent ans au dépôt & à l'épreuve des thermomètres. De retour au même lieu, le lendemain, nous trouvâmes nos deux instrumens parfaitement d'accord; mais ils ne marquoient que $7^{\text{d}} \frac{1}{2}$ pour la température des souterrains, au lieu de $9 \frac{1}{2}$ qu'elle étoit jadis; ce qui confirma complètement mes

soupçons. Très-fâché d'avoir perdu un terme précieux de comparaison pour les thermomètres, & desirant de le recouvrer, je pris le parti de faire boucher en maçonnerie épaisse toutes les avenues qui aboutissoient à la table des thermomètres, excepté une entièrement opposée à la nouvelle ouverture, & que je fis fermer d'une bonne porte; ce qui me procura un vaste cabinet-souterrain en galerie de 100 pieds de longueur, 6 pieds de largeur, & 8 pieds de hauteur, à laquelle communiquent encore trois autres caveaux en cul-de-sac, creusés dans la pierre, d'environ dix pieds carrés sur huit d'élévation, destinés à recevoir des bouffoles & divers autres instrumens propres à des observations de plusieurs genres que je me proposois de faire depuis long-temps. On voit donc que la grandeur de mon cabinet souterrain qui renferme un très-grand volume d'air, le met à l'abri de l'effet de la présence des observateurs. Néanmoins j'ai toujours l'attention de n'entrer jamais que seul dans cet endroit, tenant à la main une très-petite bougie de lanterne de poche, & peu capable en conséquence d'échauffer l'atmosphère, enfin de ne rester que le temps nécessaire pour faire l'observation, c'est-à-dire, deux minutes au plus.

Au fond du cabinet, & en face de l'ancienne table des thermomètres, j'ai fait élever un pilier ou piédestal isolé pour supporter le thermomètre de température avec son bocal, & procurer la facilité de tourner autour & d'observer la hauteur du mercure, en plaçant une bougie à une certaine distance, derrière la glace qui porte les divisions.

Dans les premières observations que je fis aussitôt que le nouveau thermomètre eut été établi, j'éprouvai que malgré l'étendue de mon cabinet souterrain, la présence de trois personnes à la fois faisoit, au bout de cinq minutes, élever le mercure de près de deux centièmes de degré dans le thermomètre de température. Voyant cette sensibilité, je jugeai qu'il étoit indispensable de plonger le nouvel instrument dans un milieu qui le garantît des variations subites

& étrangères de la température locale. En conséquence je remplis le bocal d'un sable de grès très-fin & très-sec qui enveloppe la boule & même le tube du thermomètre, jusqu'au 7.^e degré, c'est-à-dire, jusqu'à 8 pouces seulement du terme où se soutient le mercure dans les souterrains; & j'éprouvai alors que la demeure de deux observateurs, pendant huit & dix minutes, ne causoit plus aucune variation dans la hauteur du mercure. Assuré de cela, je ne m'occupai plus que des moyens de faire les observations avec toute la précision & la délicatesse que comportoit l'instrument. J'avois remarqué que quoique le tube fût avantageusement placé sur la glace, par rapport aux divisions qui étoient fort distinctes, néanmoins la différente position de l'œil pouvoit faire estimer la hauteur du mercure d'un quart de ligne plus ou moins forte. Je fis d'abord adapter des petits microscopes à mes thermomètres, principalement pour diriger le rayon visuel perpendiculairement; mais je fus bientôt obligé de renoncer à cet équipage assez embarrassant, qui d'abord alongeoit l'observation, mettoit dans le cas de porter les mains sur le thermomètre, & de s'en approcher de très-près; en outre l'humidité ternissoit tellement les verres, qu'il étoit quelquefois impossible de rien distinguer. Je fus donc obligé de renoncer à ces microscopes, & après différens essais, je me bornai à me servir tout simplement de la surface plate du porte-microscope qui, étant perpendiculaire au tube, dirige parfaitement le rayon visuel & fait éviter toute parallaxe. Avant de descendre dans les souterrains pour faire l'observation de la température, j'ai toujours soin de marquer la hauteur du thermomètre & du baromètre extérieurs placés dans mes cabinets d'observations, à environ cent cinq pieds plus élevés que le fond des souterrains où se trouve placé le thermomètre de température & son étalon, que j'observe toujours tous les deux en même temps; mais ce dernier fut cassé au bout de quelques mois entre les mains d'un de mes confrères qui en avoit eu besoin & me l'avoit demandé,

le 23 Février 1784. Passons actuellement aux observations.

Ce n'est qu'à l'époque du 5 Août 1783, qu'ayant bien pris toutes les précautions requises, & arrêté une manière fixe, constante d'observer, je puis commencer à donner mes observations sur la température des souterrains de l'Observatoire, comme les plus exactes qu'il m'ait été possible de faire : on en trouvera un tableau à la fin de ce Mémoire. La fatigue de ces sortes d'observations, pour chacune desquelles il faut descendre & remonter deux cents dix marches, ne m'a pas permis de les multiplier autant peut-être qu'on eût pu le désirer ; je crois cependant en avoir suffisamment fait pour établir les résultats suivans, qui méritent quelque attention.

1.^o La température absolue des souterrains de l'Observatoire, au commencement d'Août 1783, s'est trouvée, selon mes nouveaux thermomètres, de 9 degrés 1 dixième, ou plus exactement, 9 degrés 9 centièmes. La plus forte chaleur pendant ce mois étant de 20 degrés à un thermomètre exposé à l'air libre, ce résultat est à-peu-près le même que ce qu'avoit trouvé M. le Gentil pendant l'été de 1775. Nous avons vu plus haut, qu'avec un thermomètre de M. Lafond, il avoit déterminé cette température de $9^{\frac{1}{2}}$.

2.^o Dans les derniers jours de Janvier de l'année 1784, le thermomètre exposé à l'air libre descendit de 20 degrés au-dessous de la glace ; mon thermomètre de température observé le 3 Février suivant, ne marquoit encore que 9 degrés 12 centièmes, c'est-à-dire, qu'il se trouvoit, à 3 centièmes près, sur le même point, au même degré qu'au mois d'Août précédent, quoique la différence du chaud au froid, dans cet intervalle de temps, eût été de 30 degrés. Ce résultat vient à l'appui des observations de M. de la Hire, citées par M. de Réaumur, & sembleroit confirmer la conclusion qu'il en a tirée, que la température des souterrains ne varioit point sensiblement, puisque dans les plus grandes

chaleurs & dans les plus grands froids, cette température se retrouve toujours sensiblement la même.

3.^o Dans les quinze derniers jours de Mai, qui fut le mois le plus chaud de l'année 1784, les thermomètres extérieurs ayant monté jusqu'à 21 degrés, la température des souterrains revint à 9 degrés 9 centièmes, même point précisément où elle s'étoit trouvée au mois d'Août 1783; ce qui donne une diminution de 3 centièmes dans la hauteur du mercure au fond des souterrains, tandis qu'à l'air extérieur le mercure s'étoit élevé de 31 degrés & demi. Nous avons vu dans l'article précédent, que pareillement le mercure dans les souterrains, étoit monté de 3 centièmes, pendant qu'à l'air extérieur il descendoit de 30 degrés. Cette observation faite avec soin, répétée & confirmée dans trois saisons consécutives, offre sans doute un phénomène fort singulier.

4.^o La température des souterrains, qui s'étoit trouvée à 3 centièmes près, la même aux trois époques d'Août 1783, de Janvier & de Mai 1784, c'est-à-dire, dans les jours les plus chauds, comme dans les jours les plus froids, a éprouvé dans les temps intermédiaires, des variations beaucoup plus considérables; en effet, à la fin d'Août 1783, le thermomètre de température marquoit 9 degrés 6 centièmes; à la fin d'Octobre, 9 degrés 14 centièmes & demi; le 21 Décembre, 9 degrés 12 centièmes un tiers. Pour décider la question, si la température des souterrains étoit variable, il ne suffisoit donc pas de l'observer, comme a fait M. de la Hire, dans les temps les plus chauds & les plus froids de l'année, ce qui méritoit encore d'être remarqué.

Tels furent les premiers résultats de mes observations dans l'intervalle du mois d'Août 1783, au mois de Juillet de l'année suivante. Frappé sur-tout de voir le mercure s'élever dans les caves, tandis qu'il s'abaissoit à l'air extérieur, je fis dans la suite une attention particulière à ce phénomène, & en continuant mes observations, je le vis de plus en plus se confirmer. En effet, dans les mois de Juin & de Juillet

1784, qui furent moins chauds que le mois de Mai, mon thermomètre-souterrain s'éleva à 9 degrés 14 centièmes; l'automne vint, & continua son ascension, & même avec une marche plus rapide & plus progressive que celle qu'il avoit eue l'année précédente; enfin, dans les plus grands froids de l'hiver de cette année 1785, il s'est élevé jusqu'à 9 degrés 23 centièmes.

Je m'attendois à le voir redescendre dans le cours du printemps; mais depuis le premier jour de Mai jusqu'aux derniers jours de Juin, malgré l'inégalité de la température, il s'est toujours soutenu de 9 degrés 26 à 28 centièmes; c'est le plus haut où je l'aie vu depuis deux ans; le plus bas à 9 degrés 6 centièmes: la variation, dans le cours des deux années, a donc été de 22 centièmes, c'est-à-dire, d'un cinquième de degré; ce qui donne la température moyenne de 9 degrés 16 centièmes, ou environ 9 degrés 1 sixième.

J'ai rassemblé dans la Table suivante, toutes les observations dont je ne viens de donner ici qu'un résumé: on y verra le tableau circonstancié de la marche & des variations du thermomètre de température dans les souterrains pendant l'espace d'environ deux années. Je ne chercherai point à expliquer ce qu'elles offrent de singulier; je crois seulement pouvoir soupçonner qu'une cause particulière & indépendante de l'état de l'atmosphère extérieure, agit & participe aux variations du thermomètre-souterrain, qui paroissent n'avoir point de véritable correspondance avec celles du thermomètre exposé à l'air libre. Mais attendons de nouvelles observations; bornons-nous à rassembler les faits, à amasser les matériaux. En se pressant de conclure, on ne fait souvent que mettre l'erreur à la place de la vérité, & reculer le progrès des Sciences physiques, au lieu de les avancer.

DATES des OBSERVAT.	THERMOM. DE TEMPÉRATURE placé dans les Souterrains.	THERMOM. EXTÉRIEUR.	REMARQUES PARTICULIÈRES.
1783.	degrés. centésimes.	degrés. fluides.	
Août 5	9. 9	18,0	La chaleur a été forte dans les trois premiers jours de ce mois; le thermomètre extérieur a monté le 2 & le 3 jusqu'à 25° 9 $\frac{1}{2}$. Il y a eu plusieurs jours d'orage.
6	9. 8 $\frac{1}{2}$	20,1	
7	9. 7 $\frac{1}{2}$	18,1	
8	9. 7 $\frac{1}{2}$	18,5	
9	9. 7 $\frac{1}{2}$	17,0	
10	9. 7 $\frac{1}{2}$	20,1	
11	9. 6	14,4	
12	9. 6	12,7	
à minuit.	9. 6	8,6	
14	9. 6	13,5	
à 7 ^h du soir.	9. 6	11,4	
19	9. 6 $\frac{1}{2}$	18,0	
28	9. 6	18,6	
Sept. 1			La température pendant ce mois, a été généralement assez douce; temps assez beau, peu de jours de pluie. Beau temps les jours précédens & suivans.
à 10 ^h du m.	9. 6 $\frac{1}{2}$	15,6	
à 1 ^h apr. m.	9. 6,0	17,5	
19	9. 6	16,8	
24	9. 7	12,7	
Octob. 1	9. 8 $\frac{1}{2}$	13,5	Le 6, le 7 & le 8, il est tombé assez de pluie.

DATE

DATES des OBSERVAT.	THERMOM. DE TEMPÉRATURE placé dans les Souterrains.	THERMOM. EXTÉRIEUR.	REMARQUES PARTICULIÈRES.
1783.	degrés. centièmes.	degrés. dixièmes.	
Octob. 10 15	9. 9 $\frac{3}{4}$ 9. 11	9,6 10,9	Brouillard fort humide & épais le 17 & le 18.
21 30	9. 11 $\frac{4}{5}$ 9. 11 $\frac{1}{2}$		Le vent, pendant ce mois, a beaucoup tenu la partie de l'est.
Nov. 1	9. 11 $\frac{1}{2}$	9,8	Beau temps; les vents tiennent de la partie de l'est.
12	9. 11 $\frac{1}{2}$	6,3	Beau temps le reste du mois, à l'exception du 17 au 21 pluvieux.
Déc. 4	9. 12 $\frac{1}{2}$	4,0	Pendant presque tout le mois, les vents dans la partie de l'est.
18 21	9. 12 $\frac{4}{5}$ 9. 12 $\frac{1}{2}$	1,4 — 0,2	Le 16 à midi, le ther- momètre à — 3 $\frac{4}{5}$,3. Le 29, le thermomètre extérieur à midi, est à 7 $\frac{4}{5}$,8 au-dessous de la

Mém. 1786.

Uuu

DATES des OBSERVAT.	THERMOM. DE TEMPÉRATURE placé dans les Souterrains.	THERMOM. EXTÉRIEUR.	REMARQUES PARTICULIÈRES.
1783.	degrés. centièmes.	degrés. dixièmes.	
Déc. 30	9. 11	— 10,1	<p>glace. Neige considérable tombée le 28.</p> <p>A minuit, le thermomètre extérieur étoit descendu à 15^e,2 au-dessous de la glace.</p> <p>Le ciel se couvre dans la nuit du 30 au 31 ; le 31, matin, g.^{re} neige ; après midi, le dégel se déclare.</p>
1784.			
Janv. 1. ^{re}	9. 11 $\frac{1}{2}$	+ 3,0	<p>Grande pluie presque toute la journée le 2 ; le soir, brouillard épais.</p>
4	9. 11 $\frac{1}{2}$	3,7	<p>La gelée reprend du 5 au 16.</p>
8	9. 11 $\frac{1}{2}$	1,5	<p>Dégel le 16 : il neige fréquemment du 17 au 24.</p>
24	9. 10	— 0,3	<p>Du 24 au 31, il neige souvent.</p>
30	9. 10	— 8,0	
31	9. 10	— 10,0	

DATES des OBSERVAT.	THERMOM. DE TEMPÉRATURE placé dans les souterrains.	THERMOM. EXTÉRIEUR.	REMARQUES PARTICULIÈRES.
1784.	degrés. centièmes.	degrés. dixièmes.	
Février. 3	9. 12	1,5	Un peu de neige le matin; temps superbe à midi.
11	9. 8	0,4	Du 3 au 11, il neige presque tous les jours.
23	9. 10	6,6	Gelée assez forte du 12 jusqu'au 21. Le thermomètre extérieur est descendu le 14, jusqu'à 6 degrés au- dessous de la glace : dégel très-décidé le 22.
Mars 1. ^{re}	9. 10	2,5	Temps superbe le dernier jour de Février, & les premiers jours de Mars.
5	9. 10	10,9	
Avril 19	9. 7 $\frac{1}{2}$	8,7	Très-vilain temps & neige les trois premier jours d'Avril, ainsi que le 12; pluie, grêle assez fréquente, & de grands vents.

Uuu ij

DATES des OBSERVAT.	THERMOM. DE TEMPÉRATURE placé dans les Souterrains.	THERMOM. EXTÉRIEUR.	REMARQUES PARTICULIÈRES.
1784.	degrés. centésimes.	degrés. dixièmes.	
Mai 2	9. 7 $\frac{1}{4}$	10,5	Temps superbe depuis le 1. ^{er} de Mai jusqu'au 17, à l'exception des 11 & 12. Les 8, 10 & 16, le thermomètre extérieur, à midi, monte jusqu'à 19 degrés.
17	9. 8 $\frac{1}{2}$	21	Grande chaleur depuis le 16 jusqu'au 27.
25	9. 9	21,2	Très-chaud les 30 & 31.
31	9. 9	21,4	
Juin 1. ^{er}	9. 9 $\frac{1}{2}$	18,1	Grand vent de nord- est dans les premiers jours de Juin.
5	9. 10	19,4	Orage le 6.
10	9. 11	17,2	Pluie & vent considé- rables toute la journée. Assez beau temps, mais très-grands vents du 10 au 21; du 22 au 25, beaucoup de pluie.
25	9. 11 $\frac{1}{2}$	13,7	
27	9. 12	14,0	Temps pluvieux ; grand vent.

DATES des OBSERVAT.	THERMOM. DE TEMPÉRATURE placé dans les Souterrains.	THERMOM. EXTÉRIEUR.	REMARQUES PARTICULIÈRES.
1784.	degrés. centièmes.	degrés. dixièmes.	
Juillet.			Fort beau temps dans les premiers jours du mois.
8	9. 13	14.4	Temp très-pluvieux, & grand vent de sud,
9	9. 13 $\frac{3}{4}$	18,6	du 8 au 10, jusqu'à midi. Assez beau temps
19	9. 14	16,2	du 11 au 19. Grande
21	9. 14		pluie, grand vent.
28	9. 14		Très - belle aurore boréale le 25.
Août 3	9. 15	21	Assez beau temps les derniers jours de Juillet & les premiers jours d'Août.
			Le reste du mois a été très-pluvieux; beaucoup de vent; il n'y a eu de chaleur que du 12 au 17: ce mois est celui de l'année où il est tombé le plus d'eau.
Septembre.			Fort beau temps, & assez chaud les premiers jours du mois. Le 9.

DATES des OBSERVAT.	THERMOM. DE TEMPÉRATURE placé dans les Souterrains.	THERMOM. EXTÉRIEUR.	REMARQUES PARTICULIÈRES.
1784.	degrés. centièmes.	degrés. dixièmes.	
Septembre.			à midi, le thermomètre extérieur étoit à 20,1 degrés.
10	9. 18	16,3	Le temps continue d'être beau jusqu'au 19; mais il est pluvieux le reste du mois.
Octobre.			Les vents du nord-est règnent assez constam- ment pendant les deux tiers de ce mois. Le thermomètre extérieur ne descend au-dessous du terme de la glace que le 26, marquant, à 7 ^h du matin, — 0,7.
Novembre.			Temps couvert, & fréquens brouillards pendant les deux tiers de ce mois. Le thermo- mètre extérieur se sou- tient toujours au-dessus du terme de la glace.
21	9. 21	3,8	Fréquens brouillards dans tout le reste du mois.

DATES des OBSERVAT.	THERMOM. DE TEMPÉRATURE placé dans les Souterrains.	THERMOM. EXTÉRIEUR.	REMARQUES PARTICULIÈRES.
1784.	degrés. centièmes.	degrés. dialèmes.	
Décembre.			Du 9 au 10 il tombe beaucoup de neige.
10	9. 20	— 0,3	
11	9. 21	— 0,6	Neige abondante le 12.
16	9. 21	— 3,3	
17	9. 21	— 4,1	Il tombe un peu de neige les 17 & 18.
20	9. 21	+ 2,1	Gelée assez forte le 26.
28	9. 22	— 3,0	A 8 heures du matin, le thermomètre étoit à 4,9 degrés au-dessous de la glace. Depuis le 23 jusqu'à la fin du mois, les vents ont tenu la partie de l'est.
1785.			
Janv. 1. ^{er}	9. 21 $\frac{1}{8}$	3,6	Il dégèle depuis le 30 Décembre, le dégel continue.
3	9. 21 $\frac{1}{8}$	7,0	Jusqu'au 24, le therm. extér. ne descend au- dessous de la glace que les 11, 12, 13, & pas plus bas que 3 degrés.

DATES des OBSERVAT.	THERMOM. DE TEMPÉRATURE placé dans les Souterrains.	THERMOM. EXTÉRIEUR.	REMARQUES PARTICULIÈRES.
1785.	degrés. centièmes.	degrés. dixièmes.	
Janv. 24	9. 22 $\frac{1}{2}$	0,7	Brouillard. Point de gelée dans le reste du mois. Neige le 31.
Fév. 10	9. 23	4,2	Il tombe beaucoup de neige dans les huit premiers jours du mois. Neige considérable les 20, 21 & 22 ; froid modéré.
22	9. 21 $\frac{1}{2}$	2,5	Dégel le 24.
28	9. 23	— 5,2	Temps superbe; vent violent de nord-nord- est. Pendant tout le mois, jusqu'à ce jour, le therm. extér. n'étoit pas descendu plus bas que 3 $\frac{1}{2}$ au-dessous de la glace.
à 9 ^h du soir.		— 7,5	
Mars 1. ^{er}	9. 24,5	— 3,0	A 6 heures du matin, le therm. extér. étoit à 8,7 degrés au-dessous de la glace. Le lende- main, 2, à 8 ^h du mat. il n'étoit plus qu'à 0,8 ^d .

DATES des OBSERVAT.	THERMOM. DE TEMPÉRATURE placé dans les Souterrains.	THERMOM. EXTÉRIEUR.	REMARQUES PARTICULIÈRES.
1785.	degrés. centièmes.	degrés. dixièmes.	
Mars.			Pendant ce mois, les vents tiennent la partie de l'est, & sont assez forts.
18	9 23 $\frac{3}{4}$	4,2	
21	9. 23 $\frac{3}{4}$	6,3	Aurore boréale le 22, au soir.
23	9. 25 $\frac{1}{10}$	2,3	Neige assez forte les 25 & 28.
25	9. 25	4,5	
30	9. 24	1,0	.
Avril.			Neige le 3, après midi.
4	9. 23 $\frac{3}{10}$		
11	9. 24 $\frac{1}{2}$	10,8	
17	9. 25 $\frac{1}{10}$	17,4	
25	9. 25 $\frac{5}{10}$	14,3	Beau temps, sec & chaud; les vents dans la partie de l'est.
28	9. 25	9,9	
Mai 5	9. 26	18,0	Les caves sont fort sèches. Le temps très-beau & constant.

Mém. 1786.

XXX

DATES des OBSERVAT.	THERMOM. DE TEMPÉRATURE placé dans les Souterrains.	THERMOM. EXTÉRIEUR.	REMARQUES PARTICULIÈRES.
1785.	degrés. centièmes.	degrés. dixièmes.	
Mai 16	9. 26 $\frac{1}{2}$	15,7	Beau temps, & grande sécheresse pendant tout ce mois. Il pleut dans les der- niers jours du mois.
26	9. 26 $\frac{1}{4}$	18,3	
31	9. 26 $\frac{1}{4}$	17,0	
Juin.			Il tombe de l'eau dans les huit premiers jours de Juin. Il fait chaud jusqu'au 17, & très-sec; ensuite le vent soufflant au nord, & froid.
14	9. 27 $\frac{1}{10}$	18,3	
22	9. 27 $\frac{1}{1}$	13,0	
29	9. 28	21,6	

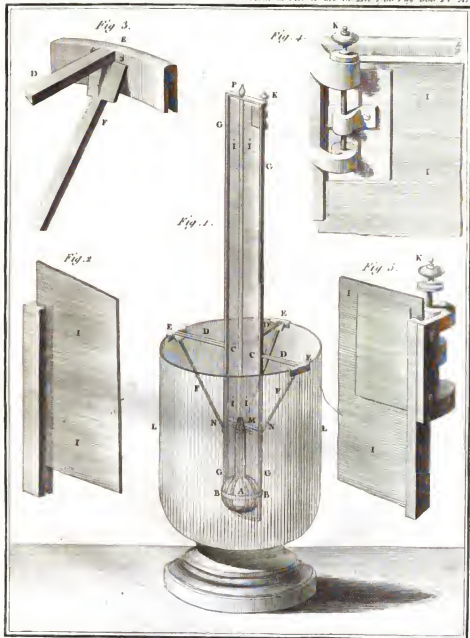
EXPLICATION DES FIGURES.

La figure 1.^{re} représente le thermomètre de température, suspendu dans son bocal.

A, Boule du thermomètre; elle a été faite avec un petit matras de verre blanc, auquel on a conservé une portion de col *AM*.

MP, Tube du thermomètre soudé en *M*, au col du matras.

P, Olive ou renflement ménagé pour recevoir le mercure, quand le thermomètre est placé dans un endroit chaud.



Projet de

J. A. de la Harpe

I, Bande de glace sur laquelle est gravée la graduation.

G, Cadre de cuivre jaune ou laiton, qui maintient la bande de glace *I*.

B, Espèce de grille formée de bandes de laiton, dont l'objet est de garantir la boule des chocs extérieurs.

L, Bocal de verre, dans lequel le thermomètre est en partie plongé & suspendu.

CC, Demi-cercle de cuivre, fixé au cadre du thermomètre.

D, F, Tringles de laiton, servant de supports.

E, Agrafes par lesquelles le thermomètre se trouve suspendu au cylindre du bocal.

K, Vis de rappel, destinée à faire descendre ou monter, à volonté, la bande de glace qui reçoit la division.

Les figures 2, 3, 4 & 5, représentent en grand & en particulier, chacune des pièces qui composent la figure première, & dont elles portent les mêmes lettres.



M É M O I R E
S U R L A
DÉCOMPOSITION DU SEL AMMONIAC,
Par les différens intermèdes terreux & salins.

Par M. C O R N E T T E.

Lû
à l'Académie
en Mars
1777.

LE but principal du Chimiste, dans la décomposition du sel ammoniac, est d'extraire de ce sel tout l'alkali volatil qu'il contient, en employant pour intermèdes des substances ou terreuses ou salines; mais cette opération qui se répète journellement dans les laboratoires, n'a point encore été portée à ce point d'exaélitude & de perfection dont elle est susceptible. C'est dans ces vues que j'ai entrepris ce travail, & que j'ai cherché à fixer les proportions convenables de terre calcaire & d'alkali fixe, nécessaires pour décomposer totalement le sel ammoniac. Quoique les expériences que je présente ne changent en aucune manière le fond de cette opération, j'espère cependant que mes observations pourront devenir utiles, si l'on considère les variations & le peu d'accord que l'on trouve dans les ouvrages de la plupart des Chimistes qui en ont parlé.

Le procédé de la décomposition du sel ammoniac par la chaux, paroît avoir été suivi le plus unanimement par tous les Chimistes, tant anciens que modernes; ils n'ont eu, ce me semble, d'autres objets en vue que celui de décomposer la totalité du sel ammoniac, & ils ont négligé de déterminer la proportion convenable de cet intermède que l'on devoit employer pour la parfaite décomposition.

Pour préparer l'alkali volatil caustique, on met communément trois parties de chaux, sur une partie de sel ammoniac; mais réfléchissant sur cette opération, & la comparant à celle de la décomposition du sel ammoniac par la craie, je

ne tardai pas à m'apercevoir que l'on employoit plus de chaux qu'il n'en falloit pour la décomposition complète de ce sel. En effet, si l'on considère que pour ces deux opérations, on se sert de parties égales de chaux vive & de craie, on verra promptement qu'il y a pour cette dernière opération une disproportion assez considérable, & que la quantité de chaux vive excède de beaucoup celle de la craie, puisque trois livres de cette substance, d'après les observations de M. Duhamel, diminuent de plus de moitié de leur poids, pour être converties en chaux. C'est d'après ce raisonnement que je me décidai à faire l'expérience suivante.

Je pris quatre onces de chaux vive faite avec la craie de Marly, sur laquelle je versai à plusieurs reprises une once d'eau, afin d'en faciliter l'extinction; je mêlai cette chaux éteinte avec une pareille quantité de sel ammoniac en poudre; j'introduisis ce mélange dans une cornue de verre, & à l'aide d'un entonnoir à long tuyau, j'y ajoutai quatre onces d'eau. Je plaçai cette cornue au fourneau de réverbère, à laquelle j'adaptai un récipient; je conduisis le feu avec ménagement, & je retirai de cette manière quatre onces de liqueur claire & limpide, très-vive & très-pénétrante, & toute aussi caustique que celle que l'on obtient de la décomposition du sel ammoniac par la méthode ordinaire. J'aurois pu, à la vérité, en donnant une chaleur plus forte, obtenir une plus grande quantité d'alkali volatil; mais je ferai observer que les dernières portions qui passent, ne sont presque que de l'eau, & que ce mélange l'auroit beaucoup affoibli.

Pour m'assurer si la décomposition du sel ammoniac étoit parfaite, j'ai cru qu'il étoit essentiel d'examiner le résidu. Je passai de l'eau bouillante sur le *caput mortuum* resté dans la cornue; je filtrai la liqueur, elle passa claire, sans couleur; j'édulcorai à plusieurs reprises la terre restée sur le filtre, & après l'avoir fait dessécher, je trouvai qu'il m'en étoit resté une once deux gros & demi: cette terre avoit encore conservé les propriétés de la chaux, car elle ne faisoit point d'effervescence avec les acides. Je soumis la liqueur

filtrée à l'évaporation, & je la fis rapprocher assez pour faire cristalliser le sel ammoniac, au cas qu'il en fût resté quelque portion non décomposée ; il ne se forma point de cristaux, & je n'aperçus rien qui me décelât l'existence de ce sel. J'étendis l'huile de chaux ou sel marin à base terreuse dans de l'eau distillée, j'en fis précipiter la terre par l'alkali fixe ; il ne se dégagaa aucune odeur d'alkali volatil, ce qui me confirma que le sel ammoniac avoit été entièrement décomposé. Je rassemblai la terre dans un filtre, & après l'avoir édulcorée plusieurs fois dans l'eau bouillante, j'en trouvai, après la dessiccation, deux onces cinq gros trente grains, qui, réunis avec la première portion, forment à peu de chose près, la quantité que j'avois employée : cette terre précipitée est très-blanche, très-légère, & diffère en cela beaucoup de celle que j'ai obtenue de la décomposition du sel ammoniac par la craie. Cette expérience prouve donc qu'une partie de chaux suffit pour décomposer une partie de sel ammoniac, & que la quantité excédante que l'on ajoute ne sert qu'à ralentir l'opération, exiger des vaisseaux plus grands & augmenter la dépense.

Pour mettre le complément à cette expérience, je crus devoir la comparer à celle faite avec trois parties de chaux sur une de sel ammoniac ; l'alkali volatil que je retirai ne me parut ni plus fort, ni plus pénétrant que celui de l'opération précédente, & la quantité de terre que me fournit la décomposition du sel marin à base terreuse, fut à très-peu de chose près correspondante à celle que j'avois obtenue par mon procédé.

J'ai essayé les chaux de Meudon, de Fontainebleau & de Corbeil, elles m'ont toutes donné le même résultat ; mais comme il se trouve des chaux qui contiennent beaucoup de terre étrangère, on doit, dans ce cas, en augmenter la quantité, & la proportionner, en raison de son mélange.

Le travail que M. Duhamel a fait sur la décomposition du sel ammoniac par la craie, est si précis, si exact, que ce seroit en vain que l'on voudroit tenter de faire quelques

changemens à cette opération. J'ai répété quelques expériences ; j'en ai varié plusieurs, & je me suis aperçu que la plus légère diminution produisoit une différence sensible dans les résultats. Toutes celles que j'ai faites, m'ont conduit à me prouver que pour réussir à décomposer parfaitement le sel ammoniac, il falloit suivre les doses prescrites par le célèbre chimiste que je viens de citer, c'est-à-dire, trois parties de craie sur une de ce sel ; & que dans ce cas, si l'opération a été bien ménagée, on retire à peu-près le même poids d'alkali volatil concret qu'on a employé de sel ammoniac. Je ferai observer que la craie ne décompose pas aussi-bien ce sel que la chaux : il paroît que cette dernière ayant été ouverte par le feu, & privée par conséquent de son eau & de son air, avoiline de très-près l'état salin ; & que dans ce cas, elle porte une action plus directe sur ce sel, au lieu que la craie aidée même de la chaleur, n'agit pas avec autant d'efficacité. J'ai fait plusieurs expériences pour tenter de combiner entièrement la craie avec le sel ammoniac ; mais il m'est toujours resté à chaque opération beaucoup de terre qui n'avoit point agi sur ce sel.

Pour ce qui est de l'augmentation de poids de l'alkali volatil, plusieurs chimistes avoient pensé qu'on ne devoit l'attribuer qu'à une portion de l'intermède que ce sel avoit enlevé pendant sa sublimation ; mais M. Baumé a démontré le contraire, & a prouvé que la cause de cette augmentation ne provenoit point de la terre calcaire, mais plutôt de l'eau contenue en grande quantité dans la craie. Cet habile chimiste a exposé à l'air de l'alkali volatil concret ; ce sel, au bout de quelque temps, s'est volatilisé, & n'a laissé après lui aucune trace de résidu terreux ; d'où il résulte, d'après M. Baumé, que c'est à l'eau contenue en grande quantité dans la craie que l'on doit attribuer l'augmentation du poids de l'alkali volatil. Mais l'eau n'est point la seule substance qui coopère à cette augmentation, car on ne sauroit douter, d'après les expériences de M. Jacquin, & celles de M. Lavoisier, que l'air fixe ren-

fermé dans la craie ne se combine avec l'alkali volatil, que c'est lui qui sert à lui donner la forme concrète; & c'est peut-être relativement à la combinaison qu'il éprouve, qu'il se dégage beaucoup moins d'air dans sa composition; car si l'opération est dirigée convenablement, on peut la terminer sans ouvrir la tubulure pratiquée au récipient.

L'examen du résidu de la décomposition du sel ammoniac par la craie, peut encore servir à démontrer l'existence de la matière grasse contenue dans l'alkali volatil; car si l'on verse sur cette substance un peu d'acide vitriolique, il s'excite aussi-tôt une vive effervescence, & il se répand une odeur très-forte d'huile empyreumatique, semblable à l'huile animale de Dippel: effet qui n'a pas lieu avec le résidu de la décomposition du sel ammoniac par la chaux; ce qui paroît prouver, comme l'a fort bien remarqué M. Duhamel, que la chaux détruit & enlève à l'alkali volatil la matière grasse qu'il contient, & que c'est peut-être pour cette raison que ce dernier est si fort & si pénétrant.

Quoique j'eusse employé, dans cette opération, du sel ammoniac très-pur, exempt de toute matière fuligineuse, je crus, pour éviter toute objection, devoir répéter cette expérience avec de l'alkali volatil seulement & de la craie.

Je fis un mélange de trois gros de blanc d'Espagne avec deux gros d'alkali volatil concret; je distillai selon l'art, & afin de rendre cette expérience plus sûre & plus décisive, je distillai douze fois sur la même craie de l'alkali volatil; j'examinai le résidu, & je lui trouvai la même odeur d'huile animale comme à l'expérience précédente. Il seroit peut-être possible, en répétant cette opération un très-grand nombre de fois, de retirer de cette terre de l'huile fournie par l'alkali volatil.

Jamais les chimistes n'ont tant varié entr'eux que sur la quantité d'alkali qu'il faut employer pour la décomposition parfaite du sel ammoniac: les uns, tels que Barou, Homberg, & plusieurs autres, prescrivent trois parties de sel de tartre sur une de sel ammoniac; d'autres se contentent de deux parties;

parties ; Je plus grand nombre, tels que Léméri, Lefevre, Hoffmann, ne prennent que parties égales ; & enfin Boërhaave, dans le second volume de sa Chimie, *procédé 106*, page 120, ne prescrit que trois onces de sel de tartre sur dix onces de sel ammoniac.

Tant d'opinions différentes des auteurs que je viens de citer, m'ont déterminé à fixer également les doses d'alkali nécessaires pour la décomposition de ce sel. On verra bientôt que les uns ont demandé en plus ce que les autres ont fait en moins, & on ne tardera pas à s'apercevoir qu'aucun d'entr'eux n'a prescrit les quantités précises d'alkali pour décomposer parfaitement le sel ammoniac.

J'ai fait un mélange de parties égales de sel ammoniac bien pur, & de sel de tartre bien desséché ; j'ai distillé ce mélange : il a passé beaucoup d'alkali volatil en liqueur, quoique cependant j'eusse employé des substances très-sèches. M. Jacquin avoit déjà fait cette remarque ; mais long-temps avant lui, Lefevre, dans sa Chimie imprimée en 1660, page 1003, dit qu'on retire en décomposant le sel ammoniac par le sel de tartre, beaucoup d'alkali volatil en liqueur. Je ferai observer que cet alkali volatil ne produit, dans le commencement de la distillation, qu'une légère effervescence avec les acides, & qu'il ne prend la forme concrète que lorsque l'air fixe commence à se dégager. Je présume que ce qui détermine la cause de cette fluidité, ne peut être attribué qu'à une petite portion d'alkali caustique qui se trouve ordinairement avec l'alkali, & qui est ainsi rendu caustique par la calcination que l'on a fait éprouver préliminairement à ce sel. Cela me paroît d'autant plus vraisemblable, que si cet état de fluidité n'étoit dû qu'à de l'eau, au lieu de passer dans le commencement de l'opération en liqueur, il passeroit sous forme concrète, comme cela arrive dans la décomposition du sel ammoniac par la craie. Il y a plus, c'est que si l'on distille du sel ammoniac avec de l'alkali nouvellement desséché, on retire plus d'alkali fluor que lorsqu'on se sert de l'alkali desséché depuis quelque temps.

Mém. 1786.

Y y y

& qui a déjà repris une portion de son gaz. Quoi qu'il en soit, cette quantité d'intermède n'a pas été suffisante pour décomposer la totalité du sel ammoniac que j'avois employé, puisque, sur la fin de la distillation, il s'en est sublimé une partie non décomposée, quoique cependant tout l'alkali fixe eût servi entièrement; car le résidu examiné ne me parut point alkalin.

Je répétois cette expérience en augmentant la proportion de sel de tartre; je fis un mélange d'une partie & demie de ce sel, sur une partie de sel ammoniac: la décomposition se fit très-bien; je retirai, de cette manière, presque autant d'alkali volatil que j'avois employé de sel ammoniac; cette quantité d'alkali est même un peu plus que suffisante, puisque le résidu verdissoit encore le sirop de violette & faisoit effervescence avec les acides. M. Sage, dans ses expériences sur l'alkali volatil, prescrit la même quantité de sel de tartre pour décomposer le sel ammoniac.

L'alkali minéral bien desséché, employé en même quantité que le sel de tartre, décompose également le sel ammoniac; & quoique l'alkali volatil qu'on extrait par cet intermède soit, quant au fond, semblable à celui obtenu par l'alkali végétal, il en diffère cependant par sa cristallisation; celui-ci cristallise plus facilement: j'ai obtenu des cristaux qui avoient près d'un pouce de longueur; ils étoient en lames hexagones.

La matière restée dans la cornue, peut encore servir à prouver l'existence du principe huileux dans l'alkali volatil par la couleur noire qu'elle présente. J'ai divisé ce résidu en deux parties: sur la première j'ai versé du vinaigre distillé; il y a eu effervescence, & les vapeurs qui se sont dégagées, avoient une légère odeur de soie de soufre; toute la liqueur étoit noire; mais au bout de quelque temps, cette matière noire, comme plus légère, se rassembla à la surface. Je fis dissoudre l'autre portion dans de l'eau distillée; elle forma par le repos deux couches très-distinctes: celle qui étoit à la surface annonçoit, ainsi que je viens de le dire, la

présence d'une substance huileuse; elle paroissoit grasse, & avoit les variétés de couleur de l'iris. Je séparai ce résidu, & après l'avoir bien lavé & desséché, je l'exposai sur les charbons ardens; il perdit aussitôt sa couleur noire, & répandit en brûlant une foible odeur de graisse brûlée. Cette expérience a beaucoup d'analogie avec celle de M. Duhamel; car ce célèbre chimiste rapporte qu'ayant distillé un mélange d'alkali fixe, & d'alkali volatil, il en a obtenu un résidu charbonneux.



O B S E R V A T I O N
S U R L E M E R C U R E D O U X

Par M. C O R N E T T E.

Lû
à l'Académie
le 12 Déc.
1777.

POUR la préparation du mercure doux, on fait un mélange de quatre parties de sublimé corrosif, sur trois parties de mercure coulant; on triture ces deux substances dans un mortier de verre ou de porphyre, jusqu'à l'extinction parfaite du mercure. Cette trituration exige beaucoup de temps, & l'Artiste occupé à cette opération, est obligé d'user de beaucoup de précaution pour se garantir de la poudre qui s'élève & qui voltige autour de lui; même pour peu que la quantité du mélange soit grande, on ne peut éviter les éternumens & les chaleurs à la gorge, qui font la suite des miasmes que l'on a respiré.

Frappé de tous ces inconvéniens, je crus devoir m'occuper à simplifier cette opération, & chercher à abrégier, s'il étoit possible, la trituration si longue du mercure avec le sublimé corrosif. Je pensai qu'en ajoutant à ce dernier du mercure dans un état de division extrême, je pourrois aisément parvenir à mon but.

Je fis pour cet effet un mélange de sublimé corrosif, auquel j'ajoutai une quantité correspondante de précipité de mercure bien lavé, dissous dans l'acide nitreux, & précipité par l'alkali fixe; je mis ce mélange dans un matras que j'exposai à une chaleur assez forte pour le faire sublimer; mais lorsque le sable fut un peu chaud, je fus fort surpris d'apercevoir des vapeurs rutilantes qui s'élevoient du matras, quoique j'eusse préliminairement lavé à plusieurs reprises, dans l'eau distillée bouillante, ce précipité de mercure. Ce composé présente ici quelque rapport avec le turbith minéral, qui, quelque bien lavé qu'il soit, retient toujours une portion d'acide vitriolique qui a servi

à le former. J'augmentai le feu assez fortement pour faire rougir le fond du vaisseau , & je ne tardai pas à m'apercevoir que la chaleur nécessaire pour la sublimation du sublimé corrosif, n'étoit pas suffisante pour celle du précipité de mercure ; car ayant cassé le matras , je retrouvai l'un & l'autre bien séparés & formant deux couches très-distinctes ; le sublimé corrosif étoit attaché au col du matras , mais le précipité de mercure devenu plus rouge , occupoit le fond & n'avoit formé avec le sublimé corrosif aucune espèce de combinaison.

Quelqu'instructive que fût cette première expérience, je crus cependant ne devoir pas abandonner ce travail, persuadé que je pourrois parvenir à mon but, en variant mon procédé. Depuis long-temps, je m'étois aperçu que la couleur du précipité de mercure par l'alkali volatil, étoit différente du précipité de mercure par l'alkali fixe ; je présamai dès-lors que cette différence ne pouvoit être attribuée qu'au phlogistique ou matière grasse contenue dans l'alkali volatil, & que dans cet état le précipité de mercure devoit être d'une réduction plus facile, & se combiner plus aisément avec le sublimé corrosif que le précipité de mercure ordinaire. Le succès de cette expérience répondit, comme on va le voir, à l'idée que j'avois conçue. Je versai de l'alkali volatil dégagé par l'alkali fixe sur la chaux de mercure qui m'étoit restée ; cette chaux, de rouge-foncé qu'elle étoit, prit aussitôt une couleur brune tirant sur le noir ; & par cette simple immersion seulement, je reconnus que ce précipité qui avoit résisté auparavant à un si grand feu sans se réduire, devint réductible par la voie humide, puisqu'examiné à la loupe, il laissoit paroître des globules de mercure, & s'amalgameoit avec les métaux, ce qu'il n'avoit pu faire auparavant. Ce fut dans cet état que je l'employai pour opérer la combinaison que j'avois projetée.

Je pris ce même précipité de mercure que j'avois édulcoré à plusieurs reprises dans de l'eau distillée bouillante,

je le métal, lorsqu'il fut sec, avec une proportion convenable de sublimé corrosif; je procédai à la sublimation, & j'obins de cette manière un pain de mercure doux, & dont la combinaison étoit si intime, que l'eau bouillante n'en put dissoudre aucune parcelle. On ne peut contester, d'après cette expérience, que l'alkali volatil n'ait fourni au précipité de mercure le phlogistique qui lui manquoit pour pouvoir opérer cette combinaison; le changement de couleur de ce précipité, & la faculté qu'il a acquis de se combiner avec le sublimé corrosif, le prouve d'une manière évidente. On dira peut-être, que l'alkali volatil, en s'emparant de l'air vital qui constitue cette chaux mercurielle, lui donne ainsi la propriété de se réduire par la voie humide. Cette objection pourroit être admissible, si ce phénomène ne pouvoit s'opérer qu'avec de l'alkali volatil caustique; mais comme il a également lieu, & même d'une manière plus marquée avec l'alkali volatil effervescent, alors cette objection tombe d'elle-même, & on est forcé de reconnoître que, dans ce cas, le précipité mercuriel emprunte de l'alkali volatil une substance qui facilite sa réduction. On pourroit peut-être, de cette manière, parvenir à réduire plusieurs autres chaux métalliques.

On réussit également à faire du mercure doux avec la dissolution de mercure, par l'acide nitreux, précipité par l'alkali volatil, mêlé avec une quantité convenable de sublimé corrosif (a).

Cette expérience peut aussi servir à faire découvrir le mercure dans les différens corps où il peut se trouver engagé. On sait que cette substance est susceptible de prendre différentes formes, & de se masquer de manière qu'elle

(a). On m'a objecté que le précipité de mercure, par l'alkali volatil, n'étant pas aussi pur que le mercure crud, on ne pouvoit pas autant compter sur cette opération que sur celle faite par la méthode ordinaire. Je répondrai à cela, que comme la

préparation du mercure doux, n'est qu'une, peu importe que l'on emploie telle ou telle préparation mercurielle, pourvu que l'on parvienne à faire ce composé aussi sûr, aussi parfait, que celui qui résulte de la trituration du mercure avec le sublimé corrosif.

cette d'être apparente, même lorsqu'on la frotte sur des lames d'or ou d'argent : tous les jours les empyriques, fondés sur ce vain raisonnement, cherchent ainsi à abuser de la crédulité du public, en distribuant des remèdes dans la composition desquels ils avancent qu'il n'entre point de mercure, parce qu'on ne peut le rendre sensible; mais ce seroit une erreur de le croire, & on peut reconnoître facilement leur fraude, en se servant de l'alkali volatil, comme pierre de touche : on fait, pour cet effet, évaporer un peu de liqueur, & sur le résidu on verse de l'alkali volatil, qui fait paroître aussitôt le mercure, en le frottant sur une pièce de métal.

Le défaut de succès de la première expérience, faite avec le précipité de mercure ordinaire & le sublimé corrosif, me détermina à répéter un procédé avancé par Léméri (*b*), contesté par M. Baumé, & avéré ensuite par M. Monnet; il s'agit d'un sublimé corrosif, dont Léméri annonce la possibilité, en faisant un mélange de deux parties de sel marin sur une de mercure; il dit avoir obtenu un sublimé presque égal en poids, à la quantité de mercure qu'il avoit employée. M. Baumé conteste cette expérience, & prouve, qu'ayant répété lui-même cette opération, avec la plus scrupuleuse attention, il n'a point eu de sublimé. M. Monnet avouant, à la vérité, que le procédé est difficile, en substitue un autre, avec lequel il prétend avoir réussi parfaitement. Je ne rapporterai point les personnalités qui accompagnent le procédé de M. Monnet, puisqu'elles rejaillissent plutôt sur celui qui les fait, que sur celui auquel on les destine; mais je me contenterai de décrire son procédé, tel qu'il le prescrit (*c*). « Si la chose est difficile en elle-même, dit M. Monnet, en suivant strictement la méthode de Léméri, elle ne le paroîtra nullement, en suivant celle que je vais donner, sur-tout »

(*b*) Chimie de Léméri, édition de Baon, page 214.

(*c*) Traité de la dissolution des Métaux, page 379.

» quand j'en affirmerai le succès : ce qui me paroissoit le plus
 » difficile pour la réussite de cette opération, étoit de rompre
 » assez l'agrégation du mercure, pour que l'acide marin pût
 » s'y joindre, & quitter sa base alcaline, au moyen d'une
 » grande chaleur ; voici donc comme je fis. Je pris (c'est
 » toujours l'auteur qui parle) partie égale de sel marin
 » bien desséché, & de précipité de mercure, obtenu de
 » l'acide nitreux, par l'alkali fixe ; je mélai bien ensemble
 » l'un & l'autre ; je mis ce mélange dans une cornue de
 » grès lutée : ayant placé ce vaisseau au fourneau de réver-
 » bère, je l'échauffai, par degrés, jusqu'à rougir obscurément
 » son fond ; après le refroidissement, je le cassai, & je trouvai
 » dans son col un vrai sublimé de mercure, même assez
 » abondant. Le résidu verdissoit le sirop de violettes, preuve
 » certaine, ajoute-t-il, que le sel marin s'étoit décomposé ».

Quelqu'affirmative que me parût l'expérience de M.
 Monnet, je crus cependant devoir la répéter, d'autant
 mieux que l'observation que j'avois été à portée de faire,
 quelque temps auparavant, laissoit sur son succès une incer-
 titude, qui exigeoit de ma part de nouveaux essais.

Je pris pour cet effet une once de précipité de mercure,
 obtenu de l'acide nitreux, par l'alkali fixe : cette chaux
 mercurielle avoit été édulcorée plusieurs fois dans l'eau
 bouillante ; mais malgré toutes ces lotions, je crus devoir
 l'exposer à une chaleur assez forte pour la dépouiller tota-
 lement de l'acide nitreux qu'elle pouvoit contenir, & d'une
 portion de mercure doux, que ces précipités fournissent
 assez souvent. D'un autre côté, comme le sel marin, dont
 on se sert, est presque toujours mêlé de sel marin à base
 terreuse ou de sel vitriolique, je pris le parti de le préparer
 moi-même ; je me servis d'un acide marin, bien pur, qui
 avoit été rectifié & distillé sur du nouveau sel marin ; je
 saturai cet acide avec la quantité convenable de cristaux
 de soude, aussi bien purs, & je me procurai, de cette
 manière, un sel marin, tel que je le desirois. Ce sel étant
 bien décrépit, je le mélai, ainsi que le prescrit M. Monnet,

avec

avec une pareille quantité de mon précipité de mercure ; j'introduisis, à l'aide d'un long tuyau de verre, ce mélange dans une cornue de même matière (celle de grès me paroissant peu propre à cet objet) ; je plaçai cette cornue au fourneau de réverbère, & dont le fond posoit sur un petit têt, pour le garantir du premier contact de la chaleur : je l'échauffai, par degrés, jusqu'à la faire rougir obscurément ; la chaux de mercure, à ce degré de chaleur, se revivifia, & passa dans le récipient sous sa forme ordinaire. Ayant déluté les vaisseaux, je n'aperçus aucun sublimé ; tout le sel marin étoit resté au fond de la cornue, sans avoir souffert d'altération, & il ne s'étoit combiné avec lui aucune parcelle de mercure.

Il est à présumer, d'après cette expérience, que si M. Monnet a obtenu des résultats différens, c'est que vraisemblablement il aura employé du sel marin ordinaire, & un précipité de mercure, qui contenoit encore de l'acide nitreux : j'avoue, qu'ayant répété cette expérience, avec des substances de cette espèce, j'ai obtenu, à la vérité, un sublimé de mercure ; mais il est évident, que ce sublimé ne provient que du défaut de pureté des substances qu'on y a employées ; d'où l'on peut conclure, que le sel marin, bien pur, mêlé avec de la chaux de mercure, ne forme aucune espèce de combinaison.



OBSERVATION

Sur un nouveau moyen de se procurer facilement l'espèce de fluide élastique, connu sous le nom de mofette atmosphérique, & sur la production de ce gaz dans les Animaux.

Par M. DE FOURCROY.

Lû
le 29 Avril
1786.

LES propriétés du fluide élastique, nommé par M. Lavoisier, *mofette atmosphérique*, fixent plus particulièrement l'attention des Chimistes, depuis que M. Cavendish a reconnu qu'il contribuoit à la formation de l'acide nitreux. La découverte de M. Berthollet, sur l'existence de ce gaz dans les matières animales & dans l'alkali volatil, en jetant un grand jour sur la nature de ces matières & sur leurs différences d'avec les substances végétales, doit augmenter encore l'intérêt des Savans pour ce singulier produit aériforme, trop négligé & trop peu distingué par le nom d'*air phlogistique*, que lui a donné d'abord M. Priestley.

Aux propriétés négatives de ne point servir à la combustion & à la respiration, de n'altérer ni l'eau de chaux ni la teinture de tournesol, qui étoient autrefois les seules connues de ce fluide élastique, les découvertes modernes permettent d'en ajouter de nouvelles positives qui le caractériseront ; telles sont celles de former l'acide nitreux avec l'air vital, & l'alkali volatil avec le gaz inflammable, & sur-tout d'être fixé dans les matières animales. Ces premiers pas dans l'examen de ce gaz, font espérer d'autres découvertes importantes, & engagent à multiplier les expériences sur ses propriétés. Mais c'est jusqu'actuellement celui de tous les fluides élastiques qu'on se procure le plus difficilement, au moins en quantité suffisante pour des essais suivis, & sur-tout dans un état de pureté nécessaire pour l'exactitude des résultats.

La décomposition de l'air atmosphérique, par le soie de soufre, proposée par Schéele, pour connoître la proportion d'air pur qui y est contenue, est très-leute & sujette à plusieurs inconvéniens, ainsi que la combustion du pyrophore dans des cloches. On peut craindre d'obtenir la mofette mêlée de gaz nitreux, en traitant les matières animales par l'acide du nitre ou de gaz alkalin, en décomposant la chaux de cuivre unie à l'alkali volatil, comme l'a proposé M. Berthollet. La décomposition de cet alkali par l'acide muriatique déphlogistiqué, découverte par le même savant, ne peut fournir que des petites quantités de mofette, parce que ce procédé est très-difficile à pratiquer en grand. Enfin, quoique le résidu aériforme du mélange de gaz nitreux & d'air atmosphérique, m'ait paru propre à remplir mes vues, un assez grand nombre d'essais m'a convaincu que cette expérience exige des tâtonnemens qui la rendent presque impraticable.

Ces six manières différentes d'obtenir la mofette, les seules connues & employées jusqu'ici, n'étoient donc point entièrement exemptes d'inconvénient; & je désespérois de trouver un moyen plus sûr & moins long, de me procurer ce fluide élastique, lorsqu'une expérience faite dans d'autres vues, m'en offrit un qui a l'avantage de donner la mofette très-pure, & d'éclairer sur un des principaux phénomènes de l'économie animale.

Tout le monde connoît cette vessie membraneuse, simple ou double, que l'on trouve entre l'estomac & les vertèbres de beaucoup de poissons, & que les anatomistes ont appelé vessie *aérienne* ou *natatoire*, parce qu'elle leur a paru propre à contribuer au mouvement des poissons dans l'eau, & à favoriser leur ascension dans ce liquide. Il paroît en effet que cette vésicule fait, pour le nager des poissons, ce que l'air chaud passant des poumons des oiseaux dans une grande partie de leurs os, d'après la découverte de M. Camper, fait pour le vol de ces animaux; elle contribue à élever les poissons dans l'eau

Zzz ij

avec encore plus d'avantage , en raison de la pesanteur relative des deux fluides , que l'air échauffé ne peut le faire dans les oiseaux. Cette opinion sur l'usage de la vessie natatoire , est d'autant plus probable , que tous les poissons qui vivent au fond de l'eau en sont privés , & que ceux chez qui on la perce ne peuvent plus s'élever. Mais il étoit difficile de savoir d'où venoit le fluide élastique renfermé dans cette vessie , & les naturalistes desiroient , depuis les découvertes sur l'air , qu'on examinât celui qui distend cet organe : je me procurai une grande quantité de ces vessies de carpes , avec plus de facilité que je ne l'espérois d'abord ; je crevai cent de ces vessies , sous des cloches pleines de mercure ou d'eau , & je recueillis un volume de fluide élastique presque égal à celui de deux pintes d'eau.

Ce fluide élastique ne fut point absorbé par l'eau , pendant plus de huit jours ; il éteignoit les bougies ; il tuoit les animaux ; il n'altéroit ni la teinture de tournesol ni celle des violettes ; il ne précipitoit point l'eau de chaux , ni aucune dissolution métallique : il n'avoit point d'odeur après avoir traversé l'eau ; il en conservoit une de poisson après avoir traversé le mercure : les alkalis caustiques ne l'absorboient point ; il ne perdoit sa forme élastique par le contact d'aucun gaz ; en un mot , c'étoit de la mofette atmosphérique très-pure , & sans aucun mélange d'autres fluides élastiques. Je n'ai point eu d'occasions d'examiner d'autres vessies natatoires , que celle des carpes , parce qu'il n'y a que celles-là que l'on trouve , en certaine quantité , dans les marchés de Paris ; mais il y a tout lieu de croire que toutes contiennent le même gaz , dont l'origine est aussi la même dans les divers genres de poissons qui en sont pourvus.

Les anatomistes savent que la vessie natatoire communique avec l'estomac des poissons , par un canal moyen entre ces organes. Needham pensoit que l'air de cette vessie se séparoit du sang , & passoit dans l'estomac , pour y accélérer la digestion. M. Vicq-d'Azyr , dans son second Mémoire sur l'anatomie des Poissons , croit au contraire , que

ce fluide élastique est produit par la fermentation des alimens, & passe de l'estomac dans la vessie aérienne. Cette opinion, beaucoup plus vraisemblable que celle de Needham, est bien d'accord avec les découvertes modernes. Tous les poissons se nourrissent de substances animales, très-disposées à la putréfaction; cette altération septique ne peut se faire sans dégagement de mofette; ce fluide élastique passe de l'estomac où il se dégage, dans la vessie qu'il dilate: comme il est produit sans interruption, il paroît que les vaisseaux inhalans, qui s'ouvrent dans la vessie natatoire, l'absorbent peu-à-peu, ainsi que le font les vaisseaux chyleux ou lymphatiques, dans toutes les autres classes d'animaux carnivores; il semble même que lorsque la vessie aérienne trop dilatée ne peut plus admettre ce fluide élastique, le poisson en rejette, par la bouche, une partie qui sort en bulles à la surface de l'eau.

Cette théorie jette un nouveau jour sur les phénomènes de la digestion des animaux carnivores, comparée à celle des animaux qui se nourrissent de matières végétales; elle éclaire également sur la cause de la différence de tissu, de couleur, de saveur, & d'altérabilité, qui existe entre la chair de l'une & l'autre de ces classes d'animaux, considérées par rapport à leur genre de nourriture. Mais je ne dois point m'occuper ici de cet objet, que je réserve pour un travail particulier, & je n'insisterai que sur l'avantage que ce procédé présente aux chimistes, pour se procurer de la mofette. Le volume assez petit des vessies de carpes, que l'on vend au cent dans les marchés de poissons, ne doit point faire craindre qu'on ne puisse, pas en obtenir une quantité suffisante pour les expériences: le bon marché de ces vessies, dans certains temps de l'année, ne fera revenir la mofette pure qu'à cinq ou six sous la pinte; d'ailleurs, on peut faire des provisions de ce fluide élastique dans des flacons, & le conserver, sans altération, pendant plusieurs mois, sans craindre que l'eau en change la nature, en raison de la pureté de la mofette contenue dans les vessies de poissons.



QUATRIÈME MÉMOIRE,

Pour servir à l'Histoire anatomique des Tendons.

Par M. DE FOURCROY.

ARTICLE IV.

Des capsules muqueuses, propres aux Tendons, qui s'insèrent autour ou dans le voisinage de l'articulation du fémur avec l'os innominé.

IL n'y a point d'articulation qui présente des capsules muqueuses, plus marquées dans son voisinage, que celle de l'os de la cuisse avec la cavité cotyloïde: la multiplicité, la force, l'étendue, & les fonctions importantes des muscles qui entourent cette articulation, en font connoître la cause. Cependant, parmi ces nombreuses membranes capsulaires, il n'y en a que quelques-unes qui aient une existence constante, & qui méritent d'être soigneusement décrites. Duverney & Winslow, ont aperçu plusieurs de ces capsules: Albinus en a remarqué cinq; l'une d'elle lui a servi de modèle & de terme de comparaison pour toutes les autres (a): Jancke en a décrit treize (b): M. Sabatier a fait mention de celles qui sont les plus remarquables. J'en ai plusieurs fois trouvé plus de quinze bien marquées, à l'extrémité des muscles qui s'insèrent à la tubérosité sciatique & aux deux trochanters; mais plusieurs de ces capsules étant sujettes à beaucoup de variétés, je décrirai d'abord celles qui m'ont paru être les plus constantes, & je ferai une mention générale de celles qui ne méritent point autant d'attention, en raison

(a) *Hist. musc. lib. III, pag. 319, 320, 322, 324 & 327.*(b) *Loc. citato, pag. 14, 15 & 16.*

de leur petitesse & des anomalies qu'elles présentent, soit dans leur forme, soit dans leur situation.

S. I.

Lorsqu'on a détaché les fibres du grand fessier de la crête iliaque, du sacrum & du coccyx auxquels elles adhèrent, & qu'on l'enlève du moyen fessier & des autres muscles sur lesquels il est placé, pour le suivre jusqu'à son insertion au fémur, on observe qu'il est attaché aux fibres de ces muscles, par un tissu cellulaire fort lâche, mais qu'il a une connexion plus forte & plus remarquable, avec la partie inférieure du tendon du moyen fessier & la face externe de la base du grand trochanter, par une capsule membraneuse, située dans cette région. Si on coupe, par précaution, cette capsule, pour arriver immédiatement au point de l'insertion du tendon du grand fessier, on observe bientôt une facette membraneuse lisse, polie & muqueuse, sur laquelle glisse ce tendon, sans adhérence; mais si l'on est prévenu de son existence, & si on disèque avec l'attention nécessaire pour la trouver, on remarque vers le bas du tendon du moyen fessier, un repli membraneux, long de plus d'un pouce, & qui est fort différent du tissu cellulaire, proprement dit : ce repli est le bord supérieur de la capsule que nous allons décrire.

Cette capsule est située à la face externe du grand trochanter, au-dessous de l'insertion du tendon du moyen fessier, dont elle recouvre une petite partie, & à la face interne du tendon du grand fessier; elle est placée un peu obliquement de haut en bas, & de dehors en dedans; sa forme est ovale & allongée; son extrémité externe est plus élevée, & s'avance jusqu'à la partie supérieure du vaste externe, auquel elle adhère un peu; son extrémité interne & postérieure est entièrement recouverte par le tendon du grand fessier : elle s'étend de haut en bas, depuis la face externe de l'attache tendineuse du moyen fessier, jusqu'à un demi-pouce environ de l'insertion du tendon du grand

fessier. C'est une des plus grandes capsules muqueuses de tout le corps humain ; elle offre une bourse membraneuse, aplatie & comprimée : on peut, par une dissection exacte, l'enlever tout-à-fait, sans la percer, alors, elle représente un sac fermé de tous côtés, qui prend une forme irrégulièrement ovoïde, par l'insufflation ; sa paroi interne ou postérieure adhère fortement au tissu cellulaire & comme ligamenteux, qui revêt la surface du grand trochanter ; sa paroi externe & antérieure est attachée à la face interne du tendon du grand fessier. Lorsqu'on l'ouvre, on trouve la cavité lisse, polie, & enduite d'une humeur synoviale assez abondante ; on n'y rencontre aucune glande ni aucune ouverture.

Cette capsule est destinée à fixer le tendon du grand fessier, & à favoriser les mouvemens sur la base du grand trochanter. Winslow ne l'a point connue (c). Albinus est l'anatomiste qui l'a le premier & le mieux décrite, & qui en a bien désigné la situation (d). Jancke l'a indiquée sans description ; il ne paroît même pas en avoir connu toute l'étendue aussi-bien qu'Albinus, puisqu'il la place entre les tendons du grand fessier & du vaste externe, tandis qu'il n'y a qu'une de ses extrémités qui occupe cette région (e). M. Sabatier en a fait mention dans sa description des muscles, & il en a donné une idée très-convenable, en disant que le tendon du grand fessier passe par-dessus le grand trochanter, auquel il est lié par une large capsule membraneuse (f).

(c) Voyez sa description du grand fessier.

(d) *Hist. musculor. lib. III, cap. CLXXXIII, pag. 520. Inegit autem (tendo glutei magni) trochanterem majorem ad cujus dorsum suo se tendine flectit : qui ut facilius ad trochanterem illum ire & redire possit, interjecta bursa tenuis, magna, parva parte sui strictè adnexa trochan-*

teris dorso, statim infra finem glutei medii ; reliquo autem trochanteris, & glutei magni tendini, laxè.

(e) *Loco. cit. pag. 15 ; litter. 2. Inter tendines glutei magni, & vasti interni, proximè infra trochanterem majorem.*

(f) *Traité d'Anatomic, tome I, page 339.*

En détachant le moyen fessier comme on a fait le grand fessier, on trouve entre son tendon & celui du petit fessier & du pyramidal, une large capsule qui les assujétit & qui a des usages semblables à ceux de la première. Cette capsule indiquée par Albinus (g) & par M. Sabatier (h), totalement oubliée par Jancke (i), quoiqu'elle se rencontre aussi constamment que la précédente, est très-belle & très-marquée; elle est située vers le sommet du grand trochanter, sous le tendon du moyen fessier qui la comprime; elle adhère à une facette osseuse, revêtue de quelques couches de cartilage, & aux tendons du petit fessier & du pyramidal dont elle recouvre le bord inférieur: son étendue est de près d'un pouce, sa forme ovale & alongée, semblable à celle du grand fessier; l'une de ses parois est collée à la surface du trochanter, l'autre est intimement liée à la face interne du tendon du moyen fessier; son bord ou repli supérieur adhère au bas des tendons du petit fessier & du pyramidal; son bord inférieur est plongé profondément sous le tendon & près de l'insertion du moyen fessier; sa cavité est lisse, polie & humectée d'humeur synoviale; on n'y trouve aucune trace de glande ni de graisse articulaire; elle est très-exactement fermée de tous côtés. On peut, par une dissection délicate, la séparer de toutes ses adhérences, & l'enlever sans la percer; en l'examinant ainsi, on reconnoît que sa paroi postérieure est plus mince que sa paroi antérieure.

Son usage est de faciliter le glissement du tendon du moyen fessier sur la surface osseuse, dans la rotation du fémur en dehors que ce muscle opère; elle paroît être aussi susceptible de favoriser l'action isolée de ce muscle, de manière qu'il puisse se contracter sans entraîner les tendons

(g) *Hist. nat. lib. III, cap. CLXXXIV, pag. 522.*

(h) *Traité d'Anatomie, tome I, page 340.*

(i) *Vide loco cit. pag. 14, 15 & 16.*

Mém. 1786.

voisins dans les mouvemens : la capsule du grand fessier contribue également à lui donner cet usage.

Lorsqu'on a détruit cette capsule & détaché le tendon du moyen fessier jusqu'au point de son insertion, on aperçoit en entier les tendons réunis du petit fessier & du pyramidal. On remarque qu'ils forment sur le grand trochanter un contour que les anatomistes n'ont peut-être pas décrit avec assez d'exactitude ; ils présentent trois plis dont le supérieur & antérieur est arrondi, & appartient au petit fessier ; le moyen est large, aplati & naît du même muscle ; l'inférieur & postérieur, arrondi comme le premier, est produit par le pyramidal, mais continu avec le second, de manière que ces deux muscles semblent être un digastrique ; la portion moyenne & aplatie de ces tendons, est plus renfoncée que l'antérieure & la postérieure ; elle se contourne en - dedans jusqu'à la cavité du grand trochanter.

S. I I I.

Si l'on dissèque le petit fessier, en détachant les fibres de l'os des isles, & en l'enlevant de haut en bas, jusqu'à son insertion, on trouve une troisième capsule muqueuse sous son tendon & près de son attache au grand trochanter. Cette capsule est située sous la partie antérieure & supérieure de ce tendon, immédiatement au-dessous de l'articulation à laquelle le petit fessier est adhérent, & adhère d'une part au tendon, & de l'autre à la surface osseuse ; elle est plus petite que les deux précédentes : on la trouve toujours facilement vers la pointe du grand trochanter ; elle est contiguë avec la partie la plus haute du tendon supérieur du vaste externe ; sa forme est irrégulièrement arrondie ; elle est liée par un tissu cellulaire très-ferré à l'os qu'elle recouvre, & celui qui l'attache au tendon du petit fessier est plus lâche ; sa cavité est lisse, polie & synoviale ; elle facilite, comme les précédentes, le mouvement du tendon sur l'os. Albinus est le premier anatomiste qui en ait parlé dans sa

description du petit fessier (*k*). Jancke l'a indiquée sans description, & il a annoncé qu'il y en avoit souvent plusieurs dans cet endroit (*l*). Winslow & M. Sabatier n'en ont fait aucune mention (*m*).

S. I V.

La dernière & la plus profonde des capsules muqueuses que l'on rencontre dans la région du grand trochanter, est celle qui accompagne le tendon de l'obturateur interne près de son insertion; elle est située dans la fosse de cette éminence, entre le tendon désigné & la surface osseuse; son étendue est très-petite; sa forme est irrégulièrement arrondie: on trouve dans sa cavité fermée de tous côtés, une humeur synoviale qui la lubrifie. Jancke est le seul anatomiste qui ait indiqué l'existence de cette capsule; il en annonce dans le même article une pareille qui accompagne l'insertion du tendon de l'obturateur externe (*n*). J'ai trouvé quelquefois celle-ci qui ressemble entièrement à la précédente, & qui n'en diffère que parce qu'elle n'est pas constante. Toutes les deux paroissent avoir pour usage de faciliter le mouvement des deux tendons sur une petite portion de la partie interne du grand trochanter, qui a lieu dans la rotation de dedans en dehors, exécutée par ces deux muscles sur le fémur.

S. V.

Une des capsules muqueuses les plus marquées & les plus belles qui se rencontrent dans le voisinage de l'arti-

(*k*) *Hist. musc. lib. III, cap. CLXXXV, pag. 524. Ad finem descriptionis glutei minoris.*

(*l*) *Loco citato, pag. 15, litter. a. Inter tendines glutei minimi, vassil externi, & trochanterici; sed modo una, modo plures, ovales que ab anteriore parte.*

(*m*) Voyez leurs descriptions du petit fessier & du pyramidal, ou pyriforme.

(*n*) *Loco cit. pag. 15, littera f. Ad extremos tendines & obturatoris externi & interni, & quidem aliquot plerumque.*

culation de la cuisse, est celle qui lie le tendon de l'obturateur interne sur la poulie osseuse, située entre l'épine & la tubérosité sciatique, & avec les jumeaux.

Tous les anatomistes qui ont fait quelque attention à ces parties accessoires des tendons, ont observé cette capsule, & en ont fait une mention plus ou moins expresse dans leur ouvrage. Winslow (b) & Duverney (p) l'ont regardée comme une gaine membraneuse: Albinus l'a désignée sous le nom de *bourse*, & en a reconnu très-exactement la situation (q).

Jancke n'a pas donné de détails très-exacts sur cette capsule, quoique ce soit une de celles dont il paroît s'être occupé avec le plus de soin; il remarque qu'elle se divise en trois ou quatre pour accompagner chaque portion des tendons de l'obturateur interne (r). M. Sabatier l'a aussi indiquée dans sa description de ce muscle (ss).

On trouve constamment cette capsule muqueuse dans le lieu où le tendon de l'obturateur sortant de l'intérieur du bassin, est placé en-dehors, sur la poulie cartilagineuse creusée entre l'épine & la tubérosité sciatiques; elle commence vers le bord échancré de cette poulie, & se prolonge jusqu'à un pouce en-dehors & vers la capsule articulaire de la cuisse; elle est attachée en haut à l'épine, &

(b) *Expos. anat.* Traité des muscles, §. 411. Le gros tendon glisse librement dans une espèce de gaine membraneuse, &c.

(p) *L'art de disséquer méthodiquement les muscles du corps humain.* Paris, 1749, page 195. Le tendon est enfermé dans une gaine, &c.

(q) *Hist. musculor.* lib. III, cap. CLXXXVII, pag. 527. Atque inter geminos caudam que obturatoris bursa parva, adherens utrique, interque geminos corporis articuli coxae.

(r) *Idem citato*, pag. 14, lit. a. Inter musculum obturatorum & illum

ischii partem que inter ejusdem spinam posteriorem & media est, super quam que illius muscoli tendines, quorum plerumque tres vel quatuor ab initio sunt, transeunt. Atque hos omnes tendines capsula hac ab altera parte in se recondit, quæ, cum ipsi in unum tendinem abeant, in tres vel quatuor appendices dividitur, quarum media medium tendinem fere ad trochanterem usque comitatur.

(ss) Traité d'Anat. tome 1, page 344. Il se contourné sur l'échion, & tient à la facette cartilagineuse qui s'y rencontre, par une large capsule membraneuse.

en bas à la tubérosité, à la manière d'un ligament annulaire lâche : sa paroi externe est assez épaisse, & fortifiée par du tissu cellulaire membraneux ; sa paroi interne & qui se glisse sous le tendon, est très-mince & transparente ; elle adhère faiblement à la surface cartilagineuse qu'elle recouvre ; elle renferme le tendon dans la cavité : on y trouve deux extrémités d'une forme différente ; la postérieure fixée entre les deux éminences du bassin est large & dilatée ; l'antérieure prolongée entre les jumeaux, & liant le tendon de l'obturateur interne à ces muscles est rétrécie, & va se terminer avant la cavité du trochanter, en s'attachant en arrière à la face externe du bas de la capsule articulaire du fémur, comme l'a dit Albinus. D'après cette description, on voit que cette capsule muqueuse a beaucoup d'étendue, & qu'elle est d'une forme assez irrégulière : en l'ouvrant, vers son extrémité postérieure, on reconnoît plus facilement cette étendue, sur-tout si l'on y plonge un stylet ; du côté de l'articulation, on lui trouve près de deux pouces de longueur. On peut aussi la souffler avec un tube, introduit par une petite ouverture du côté de l'ischion : sa cavité est lisse, polie, & lubrifiée d'une quantité remarquable de synovie, quoiqu'on n'y rencontre aucune trace de glandes ni de graisse synoviales ; il paroît que cette liqueur peut transsuder à travers sa paroi postérieure, & que c'est à cette transsudation qu'est dû le poli qu'on remarque sur la surface cartilagineuse de l'os du bassin, & qui ressemble à celui d'un cartilage articulaire.

Les usages de cette capsule muqueuse, sont de favoriser le glissement du tendon de l'obturateur sur la poulie de l'ischion, & sur-tout, de rendre les mouvemens de ce muscle indépendans de celui des jumeaux ; car il suffit d'en examiner, avec attention, la structure, pour reconnoître, d'après sa situation & son étendue, que le tendon de l'obturateur peut se mouvoir sans entraîner ceux des jumeaux, & réciproquement. Cet usage me paroît être un des principaux des capsules muqueuses des tendons, quoique

les anatomistes qui ont connu ces capsules n'en aient point fait mention.

§. V I.

Les deux dernières capsules que l'on rencontre constamment vers la partie postérieure du haut de la cuisse, sont celles qui attachent les extrémités tendineuses de la longue portion du biceps crural, ou du demi-nerveux, & du demi-membraneux. Ces deux capsules, situées l'une à côté de l'autre, sont très-petites; on les trouve immédiatement au-dessous de l'insertion de ces tendons à la tubérosité sciatique; elles sont aplaties & comprimées entre les tendons; leur forme est irrégulièrement ovale; quand on les ouvre, on y aperçoit une cavité lisse & polie; elles adhèrent fortement aux surfaces tendineuses; cependant, on peut, par une dissection soignée, les enlever de dessus les tendons, sans percer leurs cavités. Elles servent à lier les tendons du demi-nerveux & du demi-membraneux avec celui du biceps, en devant & en arrière de ce dernier, & à faciliter le glissement & le mouvement isolé de chacun de ces trois tendons sur une petite partie de leur surface. Jancke est le seul anatomiste qui en ait parlé (1), quoiqu'elles se rencontrent constamment; mais leur petitesse & leur compression entre les trois tendons auxquels elles appartiennent, a sans doute empêché qu'on n'en reconnût l'existence.

§. V I I.

Au-devant de l'articulation de la cuisse, dans la cavité cotyloïde, je n'ai trouvé qu'une capsule muqueuse, assez constante & assez marquée, pour qu'elle méritât une description particulière; c'est celle qui attache le tendon combiné de l'iliaque & du psoas, au bord de l'échancrure ilio-pectinée, sur laquelle ce tendon descend vers la cuisse. Cette capsule a été annoncée par tous les anatomistes qui

(1) *Loco citato*, pag. 16, lett. K, L.

ont fait quelque attention à ces parties. Duverney en a parlé dans son Traité sur la dissection des muscles (u): Winslow l'a décrite sous le nom de *capsule ligamenteuse*, fort lisse, & polie (x). C'est la première qu'Albinus a décrite. & il l'a fait avec tant d'exactitude & de précision, qu'il n'y a que très-peu de chose à ajouter à sa description (y). Jancke l'a indiquée sans en donner une description, & ce qu'il en dit (z), est bien au-dessous des détails consignés dans l'ouvrage d'Albinus, comme on peut s'en convaincre, en comparant les deux passages de ces anatomistes, que je rapporte dans les notes. M. Sabatier en a fait une mention expresse dans sa description du muscle iliaque (a).

Pour trouver cette capsule muqueuse, dont l'examen suffit pour donner une idée très-exacte de toutes celles qui ont la forme de bourse ou de vésicules comprimées, comme l'a très-bien senti Albinus qui, en parlant des bourses qui existent entre d'autres muscles; a plusieurs fois renvoyé à la description de celle-ci; il faut couper en travers la chair & le tendon de l'iliaque & du psoas, un peu au-

(u) L'art de disséquer, &c. Paris, 1749, page 191.

(x) Exp. anat. Tr. des muscles, S. 373, 10-4.^e page 212, 2.^e col.

(y) Hist. musculor. hom. lib. III, cap. LXXXVI, pag. 319. Hic se primum nobis offert singulare naturæ artifician, in aliis quoque muscularis, ut in singulis innumerabim, observatum. Ubi illiacus cum psoa magno se demittit ab ischio ad femur, ibi bursam, vel vesicam quamdam fabricata est nullibi neque interruptam neque patentem; à posteriore parte adhaerentem sinui ischii, per quem modo dicti musculi delabuntur, infraque cum prioris parti capsæ, quæ continet articulum coxæ; à prioris tum tendini communis eorumdem musculorum, tum vicinæ carni; inter ea

sic complicatam, pressamque, ut pars ejus prior posteriorem ex toto contingat; magnam, tenuem, laxam, obsequiosam, intus humore quodam lubricante super inunctam. Quo fit ut musculi illi ad sinum ischii, capsamque, facilius ac promptius moveantur.

(z) Loco citato, pag. 13, litt. b. Inter tendines psoæ & iliaci interni; atque illam ossis innominati partem quam incisuram ileo puberalem appellare velim, ut pote super quam illi tendines ad trochanterem descendunt.

(a) Traité d'Anat. tome I, page 352. Une large capsule, commune à ces deux tendons, les unit à la face antérieure de l'éminence que l'on vient de nommer.

dessus de leur sortie du bassin, & les enlever de la surface osseuse à laquelle ils adhèrent par un tissu cellulaire assez lâche, en le détruisant très-doucement: lorsqu'on est parvenu au-dessous de l'échancrure ilio-pectinée, on rencontre le bord supérieur de la capsule muqueuse qui forme un repli plus dense & plus marqué que les lames du tissu cellulaire qu'on a trouvé au-dessus; alors on doit les disséquer en-devant & en-arrière, en observer la forme, l'étendue, l'adhérence à l'os & aux muscles, & enfin la cavité intérieure; après l'avoir ouverte, cet examen y fait découvrir la structure suivante. Cette capsule a la forme d'une bourse ou vésicule aplatie par le muscle sous lequel elle est située; elle est irrégulièrement arrondie; sa paroi antérieure est consistante & fortement liée à la substance tendineuse & musculaire qui la recouvre; sa paroi postérieure est mince: elle adhère en partie au bas de l'échancrure osseuse, & en partie à l'extrémité supérieure de la capsule articulaire. Ces deux parois qui se touchent par la compression que le muscle y exerce, forment par leur contour un pli en haut & en bas, qui permet à l'antérieure de glisser sur la postérieure. Lorsqu'on coupe la paroi antérieure vers le bord supérieur, on observe une cavité arrondie qui n'a aucune communication avec les parties voisines; je n'ai pas pu y reconnaître cette communication avec l'articulation de la cuisse que Jancke dit avoir vu dans deux sujets (b). Cette cavité borgne, comme l'a annoncé Albinus (c), est lubrifiée par l'humour synoviale qui y est fort abondante, de manière que ses deux parois pouvant glisser très-facilement l'une sur l'autre, toute la capsule obéit au mouvement du tendon de l'iliaque; aussi l'usage auquel elle paroît destinée par la Nature, est de faciliter le mouvement des tendons, de l'iliaque & du psoas, tant sur la surface osseuse, que sur la

(b) Loco citato, page 8.

(c) Voyez la Description rapportée plus haut.

capsule articulaire de la cuisse : je l'ai vue quelquefois se prolonger par une espèce de pointe obtuse, jusqu'au bord de la partie interne de cette capsule, près de l'insertion du tendon combiné au petit trochanter. Les mouvemens multipliés qu'elle exécute, font sans doute suinter de sa paroi postérieure un peu d'humeur synoviale, qui contribue à la formation de la couche cartilagineuse que l'on trouve sur l'échancrure ilio-pectinée, & qui a été décrite par Winflow (*d*).

S. VIII.

Outre ces différentes capsules muqueuses que j'ai trouvées dans mes dissections, & que je regarde comme très-constantes, on en rencontre souvent plusieurs autres ; mais elles sont sujettes à de grandes variétés, soit relativement au lieu qu'elles occupent, soit par rapport à leur forme, soit enfin par leur existence même. Telles sont celles qui sont situées en arrière, entre le grand nerf sciatique, les jumeaux & le grand fessier, sous la partie supérieure de ce dernier, sous le tendon du muscle carré, entre les tendons du demi-nerveux & du demi-membraneux ; en devant, entre le couturier & le droit interne, entre les différentes portions supérieures des trois adducteurs & les muscles voisins, à l'insertion du tendon de l'iliaque interne, entre le pectiné & le vaste interne. Jancke a indiqué la plupart de ces capsules, mais il n'a pas fait une mention assez expresse de leur inconstance & de leur variété (*e*).

(*d*) A l'endroit cité ci-dessus.

(*e*) *Loco citato*, pag. 15 & 16, litter. c, g, h, i, m, n.



NOUVELLES OBSERVATIONS

*Sur la construction des Lunettes diplantidiennes ,
ou à double image.*

Par M. JEAURAT.

15 Nov.
1786.

DANS les Mémoires de l'Académie, année 1778, pages 39 & 40, on voit que dès le 27 Juin de cette année, je songeois à procurer aux Astronomes, une lunette à double image, avec laquelle ils pussent observer directement l'instant même du passage du centre des astres par le méridien, sans être privé du moyen de déduire ce passage par l'observation du contact des deux bords au fil de la lunette. Dans le volume suivant, année 1779, page 23, on voit que j'achevai le développement de mon idée, que j'approfondis la théorie de la construction de la lunette, que je donnai la solution générale du problème, & que j'indiquai les constructions qu'il convenoit d'éviter pour ne pas augmenter en pure perte la longueur totale de la lunette. Le 4 Mai 1780, le comité de l'Académie arrêta que la Compagnie feroit construire en grand, à ses frais, ma lunette diplantidienne, vu la réussite de l'essai qu'en avoit fait en petit l'habile opticien M. Navarre.

Le savant abbé Boscovich, que l'on vient de perdre, n'avoit pas encore quitté la France, pour retourner en Italie, qu'il avoit déjà été instruit de mon travail, par un entretien que j'avois eu avec lui sur cette matière; cependant il a depuis publié à Venise, dans le second volume de ses œuvres, page 360, une solution de mon problème des lunettes à double image. Il n'y pensoit plus, dit-il; & il ajoute que mon invention de lunettes à double image n'est parvenue à sa connoissance que par une annonce du Journal de physique; & que si un opticien, qu'il ne nomme pas, ne lui eût demandé la construction de ma nouvelle lunette, il

ne se feroit aucunement occupé de mon invention, & conclut que cette invention ne peut être d'aucune utilité.

Je dois tâcher de justifier l'approbation dont l'Académie a honoré mon travail; & en le rapprochant de celui de M. Boscowich, sur le même objet, on va voir que je suis fondé à conclure que la solution n'est que celle d'un cas particulier de la mienne, & que ce cas même n'est pas aussi heureux qu'il seroit à désirer pour le succès de ces sortes de lunettes.

Selon notre savant auteur, la lunette à double image, désirée, n'est pas une lunette simple; mais, comme je l'ai effectivement pensé avant lui, elle doit comprendre deux lunettes particulières placées l'une dans l'autre; celle du dedans est composée de deux objectifs a, c , qui produisent en D , une image droite; & celle du dehors est composée d'un seul objectif percé A , qui produit au même point D , une image renversée, de la même grandeur que l'autre & d'un sens opposé à celle-ci.

La lunette en question est donc composée, en totalité, de trois objectifs A, a, c .

Soient donc $\left\{ \begin{array}{l} F, \text{ le foyer des rayons parallèles de l'objectif } A, \\ f, \text{ le foyer des rayons parallèles de l'objectif } a, \\ \phi, \text{ le foyer des rayons parallèles de l'objectif } c. \end{array} \right.$

Alors les foyers F, f, ϕ , devant être les données du problème, & les distances respectives Da, Dc, DA, Ca, CA , devant être les cherchées (*Mém. de l'Académie, année 1779, page 31*), certainement la solution désirée sera celle que voici :

$$\left\{ \begin{array}{l} Da = f + \frac{\phi}{Ff} (F + f)^2 \\ Dc = \frac{\phi}{f} (F + f) \\ DA = F \\ Ca = \frac{\phi f}{F} + f + \phi. \end{array} \right.$$

B b b b ij

Fig. 1, 2
& 3.

$$\begin{aligned} \text{Figures 1 \& 2.} & \dots\dots\dots CA = F - \varphi - \frac{\varphi F}{f} \Bigg\} \\ \text{Figure 3.}^{\text{me}} & \dots\dots\dots CA = -F + \varphi + \frac{\varphi}{f} \Bigg\} \end{aligned}$$

Cette solution qui est la mienne, a toute la généralité desirable, & on en déduit facilement celle de M. l'abbé Boscowich.

Car si l'on se prescrit, comme lui, la condition $CA = Ca = 2\varphi$,
généralement on a, selon moi, $Ca = \frac{\varphi f}{F} + f + \varphi$.

Alors la solution de notre auteur est $\left\{ \begin{aligned} 2\varphi &= \frac{f\varphi}{F} + f + \varphi; \end{aligned} \right.$
celle de ce cas-ci.....

Ainsi la solution de notre auteur, au lieu
d'être une solution générale, est seulement
celle dans laquelle..... $\left\{ \begin{aligned} F\varphi &= \varphi f + Ff, \\ f &= \frac{F\varphi}{\varphi + F}, \\ \varphi &= \frac{Ff}{F - f}, \\ F &= \frac{\varphi f}{\varphi - f}. \end{aligned} \right.$

Ce savant, estimable à tous égards, n'a donc réellement résolu qu'un cas particulier du problème, & ce n'est qu'à cause de la condition qu'il s'est prescrite, qu'il a raison de dire que les trois foyers F, f, φ , sont tellement liés ensemble, que si l'on choisit à volonté deux des foyers, le troisième foyer est nécessairement assujetti aux mesures des deux autres combinés ensemble de la manière indiquée ci-dessus.

J'ajoute que notre auteur auroit dû dire que sa solution $f = \frac{F\varphi}{\varphi + F}$, pour les lunettes à double image, n'est pas une solution générale; qu'il n'est pas indispensablement nécessaire d'assujettir comme lui la longueur du foyer de l'un des objectifs à celles des deux autres; & qu'il ne faut pas

toujours que la lunette du dedans ait une longueur $D a$, plus grande que celle du dehors, dont la longueur est $D A$. Je crois au contraire devoir assurer de nouveau que la réussite du premier essai de M. Navarre est due à ce que, comme moi, il a présumé que le cas dont on devoit le moins s'écarter dans la pratique, étoit celui où les deux lunettes particulières ont (*Fig. 2*) une même longueur, & où par conséquent l'objectif a est placé dans le vide même de l'objectif percé A .

Ce cas, que je crois être le plus favorable,

est celui où $\phi = \frac{Ff(F-f)}{(F+f)^2}$.

& non pas celui dans lequel $\phi = \frac{Ff}{F-f}$.

Au reste, si je contredis ici l'opinion d'un homme dont la perte est si justement regrettée des savans, c'est qu'en défendant la mienne, je défends en même temps le témoignage de l'Académie dont la gloire lui étoit aussi chère qu'à moi. J'aime à penser même que s'il avoit pu vivre assez, il auroit vu avec plaisir l'exécution de ma lunette diplantidienne, ordonnée par l'Académie, pourvu toutefois que je sois assez heureux que de la pouvoir faire construire d'un foyer au moins de 6 pieds; ce qui en a différé jusqu'ici la construction, c'est la difficulté de se procurer du *flint-glass* propre à construire des objectifs achromatiques d'une grandeur considérable.

Pour faciliter l'exécution en grand de ma lunette à double image, je termine ce Mémoire par les Tables qui dirigeront le constructeur quant aux dimensions & quant aux distances que doivent avoir entre eux les trois objectifs.

Un inconvénient auquel je remédie, c'est que quand on n'aura pas obtenu le foyer proposé & indiqué dans les tables qui suivent, le défaut de réussite ne nuira en rien au succès de ma lunette; car avec les foyers qu'on aura obtenus, &

non avec ceux qu'on se sera proposés, on placera exactement les objectifs de la manière convenable, au moyen de la formule que voici, &c que donne incontestablement la théorie (*Mémoires de l'Académie, année 1779, page 31*).

$$\text{Figures 1, 2, 3.} \left\{ \begin{array}{l} Da = f + \frac{\varphi}{Ff} (F + f)^2 \\ Dc = \frac{\varphi}{f} (F + f) \\ DA = F \\ Ca = \frac{\varphi f}{F} + f + \varphi \\ CA = \pm F \mp \varphi \mp \frac{\varphi F}{f} \\ Aa = \pm F \mp f \mp 2\varphi \mp \frac{\varphi}{Ff} (F^2 + f^2). \end{array} \right.$$

FIGURE 1.^{re} DIMENSIONS des Lunettes dioptriques ou à double image, l'une droite & l'autre renversée; le foyer équivalent DA étant plus grand que le foyer relatif Da.

Généralement.....

$$\begin{cases} Ca = \frac{\varphi f}{F} + f + \varphi \\ CA = F - \varphi - \frac{\varphi F}{f} \end{cases}$$

POUR L'IMAGE
RENVERSÉE
au Foyer D.

POUR L'IMAGE DROITE
FORMÉE AU FOYER COMMUN D.

Pour l'Objectif percé A,
dont le foyer est F.

Pour l'objectif plein a,
dont le foyer est f.

Pour l'objectif plein c,
dont le foyer est φ.

$F = DA.$
FOYER
& distanc.

DIAMÈTRE.

Extér.

Intér.

f

Da

DIAM.

φ

Dc

DIAM.

Pieds. Pou.

Po. Lig.

Po. Lig.

Pi. Ps.

Pi. Pou. Lig.

Po. Lig.

Pi. Pou. Lig.

Pi. Pou. Lig.

Pi. Pou. Lig.

Pi. Pou. Lig.

Lig.

2. 0	1. 10	1. 4	1. 0	1. 10. 10	1. 2	0. 2. 5	0. 7. 2	4
2. 6	2. 4	1. 8	1. 3	2. 4. 6	1. 5	0. 3. 0	0. 9. 0	6
3. 0	2. 9	2. 0	1. 6	2. 10. 2	1. 9	0. 3. 7	0. 10. 10	7
3. 6	3. 3	2. 4	1. 9	3. 3. 10	2. 0	0. 4. 2	1. 0. 8	8
4. 0	3. 9	2. 8	2. 0	3. 9. 7	2. 4	0. 4. 10	1. 2. 5	9
4. 6	4. 3	3. 0	2. 3	4. 3. 3	2. 7	0. 5. 5	1. 4. 3	10
5. 0	4. 9	3. 4	2. 6	4. 9. 0	2. 11	0. 6. 0	1. 6. 0	11
5. 6	5. 3	3. 8	2. 9	5. 2. 8	3. 2	0. 6. 7	1. 7. 10	12
6. 0	5. 8	4. 0	3. 0	5. 8. 5	3. 6	0. 7. 2	1. 9. 7	13
6. 6	6. 2	4. 4	3. 3	6. 2. 1	3. 9	0. 7. 9	1. 10. 5	14
7. 0	6. 7	4. 8	3. 6	6. 7. 10	4. 1	0. 8. 5	2. 1. 2	15
7. 6	7. 1	5. 0	3. 9	7. 1. 6	4. 4	0. 9. 0	2. 3. 0	17
8. 0	7. 6	5. 4	4. 0	7. 7. 2	4. 8	0. 9. 7	2. 4. 10	18
8. 6	8. 0	5. 8	4. 3	8. 0. 10	5. 11	0. 10. 2	2. 6. 8	19
9. 0	8. 6	6. 0	4. 6	8. 6. 7	5. 3	0. 10. 10	2. 8. 5	20
9. 6	9. 0	6. 4	4. 9	9. 0. 3	5. 6	0. 11. 5	2. 10. 3	21
10. 0	9. 6	6. 8	5. 0	9. 6. 0	5. 10	1. 0. 0	3. 0. 0	22

Ce système-ci & le suivant, sont préférables au troisième & dernier de la page 569.

FIG. 2. *DIMENSIONS des Lunettes diplantidiennes ou à double image, l'une droite, & l'autre renversée; le foyer équivalent D A, égalant le foyer relatif D A.*

Alors l'objectif *a*, est placé précisément dans le vide de l'objectif percé *A*.

$$\text{Alors, } \varphi = \frac{Ff(F-f)}{(F+f)^2} \left\{ \begin{array}{l} {}^c a = CA = \frac{\varphi f}{F} + f + \varphi \\ CA = ca = F - \varphi - \frac{\varphi F}{f}. \end{array} \right.$$

Ce système & le précédent, sont préférables à celui de la page 569.

Fou D A, ou D a.	DIAM. extérieure de l'objectif percé A, dont le foyer, est F.	DIAM. de l'objectif a, placé dans l'autre objectif A.	FOYER <i>f</i> de l'objec. a.	FOYER <i>φ</i> de l'objectif c.	DC DISTANCE.	<i>ca</i> =CA DISTAN.	DIAM. de l'objec. c, dont le foyer, est φ.
Pi. Pou.	Pou. Lig.	Pou. Lig.	Pi. Pou.	Pi. Pou. Lig.	Pi. Pou.	Pi. Pou.	Lig. Pou.
2. 0	1. 10	1. 3	1. 0	0. 2. 8	0. 8	1. 4	0. 5
2. 6	2. 4	1. 7	1. 3	0. 3. 4	0. 10	1. 8	0. 6
3. 0	2. 9	1. 11	1. 6	0. 4. 0	1. 0	2. 0	0. 7
3. 6	3. 3	2. 3	1. 9	0. 4. 8	1. 2	2. 4	0. 9
4. 0	3. 9	2. 6	2. 0	0. 5. 4	1. 4	2. 8	0. 10
4. 6	4. 3	2. 10	2. 3	0. 6. 0	1. 6	3. 0	0. 11
5. 0	4. 9	3. 2	2. 6	0. 6. 8	1. 8	3. 4	1. 0
5. 6	5. 3	3. 6	2. 9	0. 7. 4	1. 10	3. 8	1. 1
6. 0	5. 8	3. 10	3. 0	0. 8. 0	2. 0	4. 0	1. 2
6. 6	6. 2	4. 2	3. 3	0. 8. 8	2. 2	4. 4	1. 4
7. 0	6. 7	4. 5	3. 6	0. 9. 4	2. 4	4. 8	1. 5
7. 6	7. 1	4. 9	3. 9	0. 10. 0	2. 6	5. 0	1. 6
8. 0	7. 6	5. 1	4. 0	0. 10. 8	2. 8	5. 4	1. 7
8. 6	8. 0	5. 5	4. 3	0. 11. 4	2. 10	5. 8	1. 9
9. 0	8. 6	5. 8	4. 6	1. 0. 0	3. 0	6. 0	1. 10
9. 6	9. 0	6. 0	4. 9	1. 0. 8	3. 2	6. 4	1. 11
10. 0	9. 6	6. 4	5. 0	1. 1. 4	3. 4	6. 8	2. 0

FIG. 3.

FIG. 3.^e Dimensions des Lunettes diplantidiennes ou à double image, l'une droite, & l'autre renversée; le foyer équivalent DA devant être, selon l'abbé Boscowich, moindre que le foyer relatif DA.

$$\text{Généralement.....} \begin{cases} ca = \frac{f}{F} + f + \phi \\ CA = -F + \phi + \frac{fF}{f} \end{cases}$$

Ce système de M. Boscowich est moins avantageux que les précédens, car il augmente en pure perte la longueur de la lunette.

$F=DA$, FOYER de l'objectif percé; A.	f , FOYER de l'objectif a.	DA, DISTANCE au foyer commun, D.	ϕ , FOYER de l'objectif C.	DC DISTANCE au foyer commun, D.
Pi. Pos.	Pi. Pos. Lig.	Pi. Pos. Lig.	Pi. Pos. Lig.	Pi. Pos. Lig.
2. 0	0. 6. 0	4. 8. 0	0. 8. 0	3. 4. 0
2. 6	0. 7. 6	5. 10. 0	0. 10. 0	4. 2. 0
3. 0	0. 9. 0	7. 0. 0	1. 0. 0	5. 0. 0
3. 6	0. 10. 6	8. 2. 0	1. 2. 0	5. 10. 0
4. 0	1. 0. 0	9. 4. 0	1. 4. 0	6. 8. 0
4. 6	1. 1. 6	10. 6. 0	1. 6. 0	7. 6. 0
5. 0	1. 3. 0	11. 8. 0	1. 8. 0	8. 4. 0
5. 6	1. 4. 6	12. 10. 0	1. 10. 0	9. 2. 0
6. 0	1. 6. 0	14. 0. 0	2. 0. 0	10. 0. 0
6. 6	1. 7. 6	15. 2. 0	2. 2. 0	10. 10. 0
7. 0	1. 9. 0	16. 4. 0	2. 4. 0	11. 8. 0
7. 6	1. 10. 6	17. 6. 0	2. 6. 0	12. 6. 0
8. 0	2. 0. 0	18. 8. 0	2. 8. 0	13. 4. 0
8. 6	2. 1. 6	19. 10. 0	2. 10. 0	14. 2. 0
9. 0	2. 3. 0	21. 0. 0	3. 0. 0	15. 0. 0
9. 6	2. 4. 6	22. 2. 0	3. 2. 0	15. 10. 0
10. 0	2. 6. 0	23. 4. 0	3. 4. 0	16. 8. 0

Mém. 1786,

Cccc

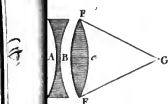
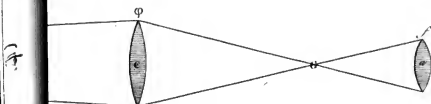
FIG. 4.^e Pour les rayons parallèles GF, GF.

Dimensions des Objectifs achromatiques, composés de trois lentilles a A, AB, Bc; celle du milieu AB, de cristal d'Angleterre, & les deux autres AA, Bc, de verre de Venise: le verre de Venise, selon M. l'abbé Bourriot, pesant 950 grains & le cristal d'Angleterre pesant 1215 grains le pouce cube.

FOYER DA, des rayons parallèles.	RAYONS des courbures A A.	RAYONS des courbures B B.	RAYONS des courbures C.	DIAM. de l'ouverture de l'objectif.
Pieds. Pous.	Pieds. Pous. Lig.	Pi. Pous. Lig.	Pi. Pous. Lig.	Pous. Lig.
1. 0	1. 0. 9	0. 6. 2	0. 9. 3	2. 2
1. 6	1. 7. 2	0. 9. 2	1. 1. 9	2. 7
2. 0	2. 1. 6	1. 0. 3	1. 6. 4	3. 0
2. 6	2. 7. 10	1. 3. 3	1. 10. 10	3. 5
3. 0	3. 2. 2	1. 6. 3	1. 3. 4	3. 10
3. 6	3. 8. 7	1. 9. 3	2. 7. 10	4. 2
4. 0	4. 2. 11	2. 0. 4	3. 0. 5	4. 7
4. 6	4. 9. 3	2. 3. 4	3. 4. 11	5. 0
5. 0	5. 3. 7	2. 6. 4	3. 9. 5	5. 5
5. 6	5. 10. 0	2. 9. 5	4. 2. 0	5. 10
6. 0	6. 4. 4	3. 0. 5	4. 6. 6	6. 3
6. 6	6. 10. 8	3. 3. 5	4. 11. 0	6. 8
7. 0	7. 5. 0	3. 6. 6	5. 3. 6	7. 0
7. 6	7. 11. 4	3. 9. 6	5. 8. 0	7. 5
8. 0	8. 5. 9	4. 0. 6	6. 0. 7	7. 10
8. 6	9. 0. 1	4. 3. 6	6. 5. 1	8. 3
9. 0	9. 6. 5	4. 6. 7	6. 9. 8	8. 8
9. 6	10. 0. 9	4. 9. 7	7. 2. 2	9. 1
10. 0	10. 7. 2	5. 0. 7	7. 6. 8	9. 6
12. 0	12. 8. 8	6. 0. 10	9. 1. 0	9. 10

Voyez Mém. de l'Académie, année 1779, page 49.

Général



*Lunette Diplantidienne
ou à Double Images*

Par M. Jeauret

Général

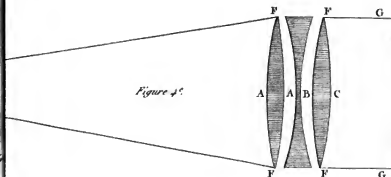


Figure 4.



FIGURE 5.^{me} Pour les Rayons obliques GF, GF , qui transmettent l'image G en D , de manière que $2 Gc = AD$.

Dimensions des objectifs achromatiques composés de trois lentilles à A, AB, Bc , celle du milieu AB de cristal d'Angleterre, & les deux autres à A, Bc de verre de Venise; le verre de Venise pesant 950 grains le pouce cube, & le cristal d'Angleterre pesant 1215 grains le pouce cube.

FOYER φ des rayons parall.	RAYONS de la courbure a .	RAYONS des courbures A, A .	RAYONS des courbures B, B .	RAYONS de la courbure c .	DISTANCE $D a$ ou à Gc .
Pieds. Pouce. Lig.	Pou. Lig. D.	Pou. Lig. D.	Pou. Lig. D.	Pou. Lig. D.	Pou. Lig. D.
0. 2. 0	0. 3,0	0. 2,2	0. 1,2	0. 1,9	0. 6,0
0. 2. 6	0. 3,7	0. 2,7	0. 1,5	0. 2,3	0. 7,5
0. 3. 0	0. 4,5	0. 3,2	0. 1,7	0. 2,7	0. 9,0
0. 3. 6	0. 5,2	0. 3,7	0. 2,0	0. 3,2	0. 10,5
0. 4. 0	0. 6,0	0. 4,3	0. 2,3	0. 3,6	1. 0,0
0. 4. 6	0. 6,7	0. 4,8	0. 2,6	0. 4,0	1. 1,5
0. 5. 0	0. 7,4	0. 5,4	0. 2,9	0. 4,5	1. 3,0
0. 5. 6	0. 8,2	0. 6,0	0. 3,2	0. 5,0	1. 4,5
0. 6. 0	0. 9,0	0. 6,5	0. 3,5	0. 5,4	1. 6,0
0. 6. 6	0. 9,7	0. 7,0	0. 3,8	0. 5,9	1. 7,5
0. 7. 0	0. 10,5	0. 7,6	0. 4,0	0. 6,3	1. 9,0
0. 7. 6	0. 11,2	0. 8,1	0. 4,3	0. 6,7	1. 10,5
0. 8. 0	1. 0,0	0. 8,6	0. 4,6	0. 7,2	2. 0,0
0. 9. 0	1. 1,5	0. 9,7	0. 5,2	0. 8,1	2. 3,0
0. 10. 0	1. 3,0	0. 10,8	0. 5,8	0. 9,0	2. 6,0
0. 11. 0	1. 4,6	0. 11,9	0. 6,4	0. 9,9	2. 9,0
1. 0. 0	1. 6,1	1. 1,0	0. 7,0	0. 10,8	3. 0,0
1. 6. 0	2. 3,2	1. 7,5	0. 10,5	1. 4,2	4. 6,0
2. 0. 0	3. 0,3	2. 2,1	1. 2,0	1. 9,6	6. 0,0

Voyez Connoissance des Temps, année 1786, page 391.



Cccij

M É M O I R E

*Sur la non-application de la correction de l'Aber-
ration des Planètes, dans le calcul de leur passage
au-devant du Soleil.*

Par M. JEAURAT.

5 Juillet
1786.

LE calcul que vient de faire M. de la Lande, pour l'ob-
servation du dernier passage de Mercure au-devant
du Soleil (4 Mai 1786), a occasionné la question
suivante :

Dans la réduction de l'observation d'une planète qui,
à notre égard passe au-devant du Soleil, doit-on, comme
l'a fait M. de la Lande, employer pour réduction requise
la différence des aberrations du Soleil & de la planète; ou,
comme le disent M.^{rs} le Monnier, Bailly, Cassini, &c.
doit-on employer seulement l'aberration du Soleil? Je suis
de ce dernier avis, je dois le dire, je l'ai dit dans notre
dernière séance académique, & je crois devoir détailler de
nouveau ici les raisons qui m'ont déterminé à être de ce
même avis, quoique contraire à celui de M. de la Lande.

Si les deux astres sont tous deux lumineux, point de
doute que dans la réduction proposée, il faut employer
pour correction requise celle de la différence des aberrations
particulières à chacun des astres observés, parce qu'alors on
doit employer la correction de l'aberration relative, & non
celle d'un seul des deux astres.

Dans l'observation des conjonctions des planètes infé-
rieures, la planète qui passe au-devant du Soleil est alors
privée de lumière par rapport à nous; ainsi cette circonf-
tance est certainement différente de la précédente,
savoir, celle où les deux astres sont tous deux lumineux.

Je ne suis donc pas d'avis, comme M. de la Lande, qu'on ne mette point de différence dans l'application de l'aberration des astres, quand les circonstances ne sont pas les mêmes.

Lorsqu'une planète passe au-devant du Soleil, la planète à nos yeux n'a aucune lumière; les rayons solaires, qu'elle intercepte à nos yeux, ne sont aucunement dans le cas de la correction de l'aberration des astres (découverte faite en 1727 par le célèbre Bradley, & confirmée par le fameux Roëmer); la planète même n'est aperçue par nous que par le passage des rayons solaires tangentiels au disque de la planète: alors la correction désirable pour l'observation donnée, est seulement celle de l'aberration qu'on doit attribuer à l'arrivée des rayons solaires à nous, & tangentiellement au disque de la planète: je crois donc avoir rempli ici mon objet, puisque je viens d'exposer les raisons qui ont déterminé mon opinion dans la discussion ci-dessus énoncée. D'ailleurs, on sait que l'effet de l'aberration d'une planète est égal au mouvement de la planète vue de la Terre pendant l'espace de temps que la lumière emploie à venir de la planète à nous; que la lumière du Soleil est 8' 8" de temps à nous parvenir; & que pendant cet espace de temps le Soleil parcourt 20": ainsi l'aberration du Soleil est sensiblement de 20" en tout temps pour nous.



M É M O I R E

*Sur la manière de parvenir à la connoissance exacte
de tous les objets cultivés en grand dans l'Europe,
& particulièrement dans la France.*

Par M. l'Abbé TESSIER.

Assemblée
publique
de Pâques
1787.

ON ne peut disconvenir que l'agriculture n'ait fait de grands progrès en France, depuis que M.^{rs} Duhamel s'en sont occupés avec cet amour du bien qui caractérise les deux frères. Encouragé par leur exemple, & suivant par goût la même carrière, j'ai pensé que pour rendre un véritable service à l'agriculture, il falloit faire connoître l'état exact où elle est dans les diverses parties de l'Europe, & sur-tout de la France. J'ai osé former & commencer même cette entreprise, dans un temps où je n'avois pour appui que du zèle. Depuis cette époque, des circonstances heureuses m'ont favorisé. L'ordre que le Roi m'a donné, de faire à Rambouillet, sous ses yeux, toutes les expériences que je croirois utiles, & l'intérêt particulier que Sa Majesté veut bien y prendre, m'ont procuré des facilités dont j'eusse été coupable de ne pas profiter, puisqu'elles me mettoient à portée de mieux remplir le but que je m'étois proposé. Ce Mémoire est destiné à rendre compte sommairement de la marche que j'ai suivie, de quelques-uns des résultats déjà obtenus, & de l'utilité dont ils peuvent être.

Le premier pas à faire étoit de connoître exactement chacune des espèces & variétés des plantes cultivées en grand pour la nourriture des hommes, pour celle des bestiaux & pour les arts. Des graines de ces plantes ont été demandées d'abord dans toutes les parties de la France, & ensuite dans les différens États de l'Europe; elles sont arrivées avec les

noms des pays d'où on les a tirées. Les premières sont dûes au zèle des Médecins associés & correspondans de la Société de Médecine, les autres à celui de M.^{rs} les Ambassadeurs, Envoyés, Consuls & Vice-Consuls, chez les nations étrangères. J'ai fait semer ces graines dans deux sortes de terrains; j'en ai suivi la végétation, observé tous les phénomènes, décrit les particularités, comparé les produits & la qualité des produits. Mes herbiers en renferment des échantillons desséchés : un individu de chaque espèce & variété se trouvera peint, afin que le caractère & la forme en soient déterminés. M. de Malesherbes, M. de Laffonne, M. le Duc de la Rochefoucauld, M. de Fourcroy, Associé-libre, tous membres de l'Académie, ont parcouru & examiné les champs où ces objets formoient un tableau qui leur a paru intéressant; ils en ont approuvé la disposition, & les précautions prises pour rendre les expériences concluantes.

Mais les graines que j'avois reçues avoient été récoltées sous toutes sortes de latitudes, à différentes expositions & dans des terrains qui ne se ressembloient pas. Il étoit donc aisé de sentir qu'en les cultivant toutes dans un même canton, je ne pouvois prendre une idée juste de leur végétation dans les pays d'où elles venoient. Pour réunir cet avantage aux autres, j'ai eu soin de demander des échantillons des plantes entières, dont on m'avoit envoyé les graines; j'ai désiré qu'on y joignit aussi celles qui, croissant spontanément au milieu des moissons, font souvent un tort considérable aux récoltes. Ces demandes n'ayant point été rejetées, ont produit l'effet que j'en attendois.

La connoissance des plantes a pu s'acquérir par ces deux moyens; il en a fallu un troisième pour obtenir celle des diverses manières de cultiver & de tout ce qui a rapport à l'agriculture de chaque pays. J'ai fait imprimer des questions qui ont été répandues par-tout; elles avoient pour objets principaux la température, le terrain, les engrais & amendemens, les noms communs des plantes, l'ordre des cultures, les mesures de terres & de grains, enfin les bestiaux & leur

éducation. Il m'en est déjà revenu une partie avec des réponses très-instructives.

On ne s'attend pas, sans doute, qu'un plan dont la grande étendue est aisée à apercevoir, puisse être exécuté en peu de temps. Il y a des objets qui doivent être revus plusieurs fois; beaucoup de pays n'ont pas encore envoyé ce qu'on leur a demandé : quand tous les dessins seront faits, il faudra les graver & les colorier. Ces soins exigent quelques années; mais en attendant, j'ai un grand nombre de résultats, dont la somme augmentera sans cesse. Je ne pourrai ici en tracer que quelques-uns, & d'une manière rapide & générale, qui laissera au moins présumer les autres.

Il paroît que le froment est une des plantes économiques la plus cultivée en France & dans le reste de l'Europe. J'en ai distingué d'environ trente sortes, tant espèces que variétés, dont je ne donnerai pas aujourd'hui les caractères: les uns ont la paille pleine & forte, les autres l'ont creuse & grêle; plusieurs sont sans barbes ou arêtes; la plupart ont des barbes; il y en a dont les épis ont presque la forme cylindrique, d'autres ont la forme presque carrée: on en voit d'épais, on en voit d'aplatis; selon les espèces ou variétés, les barbes ainsi que les bales, sont ou noires, ou blanches, ou rouges, ou violettes. Ces parties tantôt sont lisses, tantôt sont velues; les grains n'ont pas non plus la même couleur, puisqu'il y en a de blanchâtres, de transparents, de jaunes, de ternes, de plus ou moins bombés, de plus ou moins gros, de plus ou moins alongés. Dans les fromens proprement dits, le fléau sépare facilement les grains de leurs bales; dans les épeautres, qui sont des espèces de fromens, ils ne s'en séparent qu'à l'aide d'un moulin particulier. Toutes ces différences peuvent établir une méthode pour caractériser les divers fromens; mais laissant à part toute distinction botanique, je réduirai pour le moment, tous les fromens à deux sortes, savoir, aux fromens *tendres* & aux fromens *durs*. Dans les premiers, les grains sont flexibles sous la dent & d'une couleur plus

ou moins jaune; leur écorce est fine, & recouvre une farine blanche & abondante: ces grains résistent au froid & sont cultivés en France, la plupart dans les provinces septentrionales & dans le nord de l'Europe. J'en ai reçu de la Russie, de la Suède, de la Pologne, de la Hollande, de tous les états d'Allemagne, des Pays-bas, de la Suisse, de Genève, du cap de Bonne-espérance même & du Maryland, parce que les Hollandois & les Anglois les ont portés dans leurs colonies.

Les fromens ou blés tendres sont ou sans barbes, ou avec des barbes. Parmi les blés tendres sans barbes, celui qui a les épis blancs presque cylindriques, les grains jaunes & la tige creuse, est préféré dans les meilleures provinces à blé de la France, qui sont celles du nord, telles que la Flandre, l'Artois, la Picardie, la Brie, la Beauce, le pays fertile de l'Isle de France appelé *la France*.

La Flandre, le Calaisis, le Cambresis, le Boulonois, & un canton de la Normandie, m'ont fait passer un froment à épi blanc sans barbes & à grains blancs arrondis, que j'ai trouvé aussi dans des envois de Pologne, de Zélande, d'Angleterre, de Limbourg & du cap de Bonne-espérance.

Je n'ai reçu de France que du pays d'Auge en Normandie, par les soins de M. le Marquis Turgot, & de Saint-Diez en Lorraine, un froment sans barbes, à épis presque cylindriques & veloutés; il m'a aussi été apporté de Hollande, d'Angleterre, de la Sudermanie en Suède, du Holstein & du Mécklenbourg.

La vraie touzelle, espèce de froment à épis cylindriques, sans barbes & à grains blancs, alongés, est connue en Sicile, à Gènes, à Nice, comme en France dans la Provence, le Languedoc & le comtat d'Avignon. Il ne m'en est pas venu du Nord.

Le plus cultivé des blés tendres, tant en France que chez l'étranger, est le blé à épis blancs & à barbes divergentes, tige creuse. Il est répandu par-tout, mais bien plus dans le Midi que dans le Nord, où il n'a sans doute passé que par

Mém. 1786.

D d d d

les importations, comme les blés sans barbes ont passé dans le Midi. Les blés durs sont les blés dominans dans les pays chauds. Il s'y trouve quelquefois du blé tendre, & c'est l'espèce dont je viens de parler. Parmi nous elle est plus cultivée en Mars qu'en automne, parce qu'elle est plus sensible au froid que nos blés sans barbes.

Après ce blé barbu, il y en a un autre aussi plus connu dans le midi de la France & de l'Europe que dans le nord; c'est celui qui a la tige pleine, l'épi rouge & les barbes rouges convergentes; les grains, comme ceux de tous les blés à paille pleine, sont gros, ternes, & ont une peau épaisse, qui à la mouture donne beaucoup de son & de mauvaise farine.

Certaines espèces de fromens épeautres sont particulières à l'Allemagne, à la Hollande & à la Suisse; celle qui est plus petite est d'usage dans quelques cantons de la France éloignés les uns des autres.

Dans les blés tendres il y a des espèces qui ne se cultivent que dans peu de pays, soit parce qu'il y a peu de terrains propres à les produire, soit parce qu'ils ne sont pas d'un bon rapport. Le blé de providence, le blé de miracles, le blé de souris, un petit blé sans barbes, à épis roux & carrés, sont dans ce dernier cas.

Quelques provinces ne cultivent qu'une sorte de blé, tandis que d'autres en cultivent jusqu'à huit sortes.

Les blés durs diffèrent des blés tendres, parce que leurs grains sont ternes ou transparens & durs à casser. On en fait de la belle semoule; ils n'offrent pas un aussi grand nombre d'espèces & de variétés que les blés tendres. Inconnus dans le nord de la France & de l'Europe, on les voit naître dans le comtat d'Avignon, la Provence & le Languedoc, où ils ont été introduits par le commerce de ces provinces avec l'Afrique & tout le Levant. Ce sont des blés durs que j'ai reçus d'Égypte, de Syrie, d'Athènes, de Malte, de la Sardaigne, de la Sicile, de diverses parties de l'Italie, du Piémont, du Portugal, de l'Espagne.

Des blés durs que j'ai semés pendant tous les mois de l'hiver, ont gelé presque entièrement; les mêmes semés en Mars, sont bien venus & ont fructifié. Des blés tendres envoyés des pays où on cultive les blés durs, c'est-à-dire des pays chauds, n'ont pas souffert des rigueurs de l'hiver. Il me semble qu'on peut en donner cette raison; c'est que ceux-ci, originaires des pays froids ou tempérés, en y repassant, ont retrouvé pour ainsi dire leur climat natal, tandis que les autres arrivoient dans un climat étranger qui leur étoit contraire.

Il seroit important de savoir si des blés durs introduits en France depuis un grand nombre d'années, y produisent autant que des blés tendres qui n'ont point sorti du pays; & si des blés tendres de France exportés dans des climats chauds après un grand laps de temps, égaleroient en produit les blés durs de ces climats. Ces transports & ces essais multipliés & suivis, apprendroient peut-être d'où chaque sorte de blé est originaire, parce qu'il y a lieu de croire que c'est du pays où elle produiroit le plus.

Lorsque du froment je passe au seigle, j'observe qu'il n'y en a qu'une seule espèce sans variété; car le seigle de Mars ne diffère pas plus du seigle d'automne, que les blés de Mars ne diffèrent des blés d'automne qui leur correspondent. Les graines des plantes semées avant l'hiver sont seulement plus grosses, parce qu'elles sont le produit d'une végétation plus lente & plus longue.

Il seroit difficile de dire si on cultive le seigle plus dans le Nord que dans le Midi. Ce qu'il y a de certain, c'est qu'il m'est arrivé du seigle de toutes les parties du monde & de tous les points de la France. Dans les pays de bonnes terres, les cultures de seigle se font en petit; on en sème plutôt pour la paille que pour le grain; elles se font en grand dans les pays à terres légères, tels que la Bretagne, la Sologne, les montagnes d'Auvergne & du Gévaudan, le pays de Liège, quelques cantons de la Suisse, de l'Allemagne, de la Bohême & des Canaries.

D d d d ij

J'ai compté huit sortes d'orges, espèces & variétés comprises; on en nourrit les chevaux & autres animaux en Espagne, en Portugal, en Barbarie, où ce grain est très-multiplié. Les orges polystiques ou à plusieurs rangs, sont celles qu'on connoît le mieux dans le Midi & dans le Levant.

Les orges distiques ou à deux rangs sont plus communes dans le Nord & en France; cependant il y a des pays septentrionaux où on a accoutumé une orge polystique à passer l'hiver, afin d'en grossir le grain & de le rendre meilleur pour faire de la bière. Il faut au plus deux mois à l'orge distique pour accomplir sa végétation, ce qui semble indiquer qu'elle est naturelle aux pays chauds.

Il n'en est pas de même des avoines, qui végètent au moins pendant quatre mois; aussi n'en ai-je pas reçu du Midi, mais beaucoup du Nord. J'ai reconnu au moins dix sortes d'avoines: ce qui les distingue particulièrement, c'est la couleur des grains, leur disposition, leur grosseur & leur longueur. Tantôt ils sont épars sur le panicule, tantôt ils sont tous rangés d'un côté; dans quelques espèces il y a deux arêtes; dans la plupart il n'y en a qu'une plus ou moins aisée à détacher. On voit des avoines qui ont des poils à leur base, tandis que les autres sont lisses. On sait qu'une partie des terres de la Champagne est couverte de cette plante. On voit de belles avoines en Flandre, en Picardie, dans l'Isle-de-France. La Beauce, où il ne pleut pas souvent en été, en a rarement des récoltes avantageuses; la Bretagne en sème avant l'hiver pour avoir des grains bien nourris, dont elle puisse faire ses gruaux.

J'aurois dû sans doute parler du riz, puisque c'est une plante cultivée en Europe, sur-tout en Italie, en Espagne, en Morée, en Turquie; mais notre climat se refusant à la culture de cette précieuse graminée, j'ai envoyé en Corse toutes les espèces de riz, ainsi que les cotons: je n'ai point encore été instruit des observations qu'aura pu faire la personne qui s'est chargée de les cultiver.

Le maïs est connu dans les quatre parties du monde:

il n'est certainement pas originaire d'Europe; mais je crois qu'il est difficile de décider à laquelle des trois autres il appartient plus particulièrement. Une température chaude est celle qui lui convient le mieux; le plus beau qui ma soit parvenu avoit été récolté dans un des États-unis de l'Amérique, en Morée, en Italie, en Espagne & aux Canaries. On m'apprend que dans les défrichemens des Marais Pontins, le maïs a une superbe végétation. Les pays de France dont il est en quelque sorte en possession, sont l'Angoumois, la Guyenne, le Languedoc, le comté de Foix, la Franche-comté, où il s'est établi dans le temps que les Espagnols étoient maîtres de cette province, & d'où il s'est répandu dans la Bresse & dans la Bourgogne. On parviendroit peut-être à l'acclimater dans nos provinces septentrionales; mais comme il remplaceroit mal des grains d'une meilleure qualité, qui y viennent abondamment, je ne crois pas qu'on doive s'en occuper. Il y a plusieurs espèces ou variétés de maïs.

Le sorgho exige aussi certains degrés de chaleur; celui que M. Desfontaines a rapporté de la côte de Barbarie, a mûri parfaitement à Montpellier, & difficilement dans le climat de Paris. Le millet à chandelle, qui croît aussi abondamment en Afrique & en Amérique, réussit difficilement aux environs de Paris, où il porte à peine des grains, étant semé sur couche. Les autres millets, les panis & l'alpiste, sont moins délicats ou plus acclimatés; car ils donnent de la graine bien conditionnée dans les pays où l'on ne peut faire réussir le maïs, comme je l'ai vu dans quelques cantons élevés de la Lorraine.

Le sarrafin n'est presque cultivé que dans le nord de l'Europe. Je suis assuré qu'en Russie, en Pologne, en Suède, en Angleterre, dans diverses parties de l'Allemagne, il est très-répandu; il y en a même dans le Maryland. En France, c'est en Bretagne, en Sologne, en Limousin, en Périgord, en haute Auvergne & en Bresse, qu'on en voit le plus. Depuis quelques années, il s'en est introduit une nouvelle

espèce plus productive & plus capable de résister au froid, parce qu'elle vient de Sibérie ou de Tartarie. L'année dernière j'en ai reçu une troisième de Russie, sous le nom de farrafin de la Chine, dont je ferai part au public quand j'aurai pu la multiplier assez pour en donner.

Parmi les plantes économiques, de la classe de celles qu'on appelle en botanique à fleurs légumineuses, il y en a qu'on n'a pas encore cultivé dans le nord de la France, telles que l'ers, les gesses, les pois chiches, les lupins. L'Égypte, la Morée, la Syrie, la côte d'Afrique, l'Espagne, le Portugal, en sont remplis. Une partie des autres a pénétré jusque dans le nord de l'Europe, mais n'y peut être semée que quand le soleil a échauffé la terre. Tels sont en général les fèves, les pois, les lentilles, les vesces, le fenugrec, les haricots, dont il y a des espèces qu'il est impossible de faire mûrir sous le climat de Paris. J'ai cru d'ailleurs avoir remarqué que celles de ces graines qui venoient du nord avoient une couleur foncée ou sombre, qui annonçoit une dégénération. Si, à cette remarque, on ajoute que dans le Levant, dans l'Afrique & dans les îles Françoises d'Amérique, où la chaleur est considérable, la plupart des plantes ont la fleur légumineuse, on sera autorisé à croire que les plantes de cette famille, dont nous tirons un si grand avantage, sont un bienfait du Midi.

On ne peut douter que l'anis, la coriandre, le fenouil & le cumin ne soient aussi des pays chauds. Ces graines dont on fait usage pour les dragées, les ratafiats, le pain d'épice, &c. ne sont bien parfumées qu'autant qu'on les tire du Midi ou du Levant. Cependant on les a acclimatées en France, en Allemagne, en Hongrie & en Pologne même. C'est sans doute en les cultivant dans des positions abritées, qui compensent la chaleur des climats, ou plutôt qui forment des climats chauds dans des pays froids ou tempérés; car les climats considérés relativement à l'agriculture, varient souvent dans des espaces très-bornés. M. de Malesherbes en a distingué quatre sous le même parallèle dans le sud de la France.

Il les désigne de cette manière : pays d'orangers, d'oliviers & de vignes ; pays d'oliviers & de vignes sans orangers ; pays de vignes sans orangers ni oliviers ; pays où il n'y a pas même de vignes. Le village de Restigné, dans la vallée d'Anjou, est aussi dans une de ces positions abritées qui lui permet de cultiver en grand l'anis & la coriandre. L'anis réussit également dans les environs d'Alby, d'où il passe à Verdun.

Les plantes qui forment les pâtures artificielles, si nécessaires pour nourrir les bestiaux, pour procurer des engrais & reposer les terres, sont ou vivaces ou annuelles. Les vivaces sont plus convenables pour le Nord, où leurs racines ne se dessèchant pas, elles ont la facilité de repousser, quand on en a coupé les feuilles. Mais le Midi n'a pu choisir que des fourrages annuels, qui eussent une végétation prompte : la chaleur ardente du Soleil & celle du sol, à certaine époque, brûleroit les racines & empêcheroit de nouvelles repousses. Les tressles vivaces sont très-recherchés en Hollande, en Angleterre, en Allemagne, dans le nord de la France, où leurs productions sont considérables. Les tressles annuels qui paroissent cultivés en Égypte, à Nice, dans les états du Pape, le sont aussi en France, dans la Guyenne, en Languedoc, en Provence, dans le Roussillon, dans le Comminges. La France est peut-être le royaume de l'Europe qui fasse le plus de cas de la luzerne, le meilleur des pâturages artificiels. Le sainfoin ordinaire y est adopté avec d'autant plus de raison, qu'il s'accommode des terres médiocres. A l'égard du sainfoin d'Espagne, je sais qu'on en a tenté la culture en Poitou ; mais il est si sensible à la gelée, qu'on ne pourra l'acclimater qu'avec le temps. La Sicile, l'Italie, l'Espagne, & sur-tout l'Isle-de-Malte, en font de grandes récoltes. Les Anglois & les États du nord de l'Amérique, s'occupent plus que les autres nations, de la multiplication du ray-gras, du thymoty & d'autres graminées pour fourrages.

Ce n'est que de la Hollande, de Liège & de Riga, qu'il

m'a été adressé de la Spergule ou espargoute : cette plante qui croît facilement dans les terres légères & sablonneuses, se sème tous les ans pour en faire manger la fane sur place, aux bêtes à cornes.

Les peuples qui habitent les pays froids & tempérés de l'Europe, font de grandsensemencemens en plantes, dont les racines servent à nourrir les hommes & les bestiaux ; différentes raves, différens navets, des carottes rouges, jaunes ou blanches, des choux - raves ou navets, des betteraves de diverses sortes, parmi lesquelles se trouve l'espèce qu'on a appelée depuis peu *racine de disette*, sont cultivées en grand en Hollande, en Allemagne, en Pologne, en Angleterre, & même dans le Maryland. Les provinces du nord de la France, à leur imitation, les cultivent beaucoup & avec succès. Un seul pays en Allemagne possède jusqu'à vingt-deux sortes de choux.

Les pommes de terre sont déjà très-répandues en Europe : il y a lieu de croire que leur culture se propagera encore davantage. En France, elles ne sont bien connues en général, que dans les provinces frontières ; le centre du royaume ne les a pas encore adoptées. Ces racines utiles sont originaires de l'Amérique ; il est bien étonnant que pour en renouveler l'espèce, qui apparemment s'abâtardit dans les environs de New-Yorck, on en fasse venir d'Irlande, tandis qu'il paroîtroit plus raisonnable de les demander dans les parties de l'Amérique, où elles sont naturelles. Que croire de cette circonstance dont M. Otto, consul de France à New-Yorck, garantit l'exactitude ? seroit-ce parce que, pour renouveler les espèces, il est indifférent dans quels pays on les prenne ; ou parce que des facilités de commerce permettent plutôt aux habitans de New-Yorck de tirer des pommes de terre d'Irlande que de l'Amérique même ; ou enfin parce qu'un ancien préjugé, dont on a peine à se défendre, leur fait croire que ce qui vient de leur première patrie vaut mieux que ce qui croît dans le voisinage des pays qu'ils habitent ?

Le

Le taratoufe ou topinambour qui se trouve en Amérique & dans les états du Pape, se multiplie de plus en plus en France; on commence à en faire quelques plantations en pleins champs : cette plante donne à peine des fleurs dans le climat de Paris; mais il est si facile de la faire venir de racines, & sa culture demande si peu de soin, qu'on peut espérer de la voir se répandre dans tout le royaume. Elle offre sur nos tables un mets aussi sain qu'agréable.

Quoiqu'il soit vrai de dire que le chanvre & le lin soient de tous les pays, cependant on cultive le premier plus en grand dans le Nord, & le second dans le Midi & le Levant. Les lins qu'on cultive dans le Nord, sont plus hauts, mais moins fins que ceux du Midi. Les belles filières du royaume sont dans la Flandre, le Cambresis, le Hainaut, l'Artois, la Normandie & la Bretagne; aussi est-ce dans ces pays que se fabriquent les belles toiles, les linons & les baptistes.

La cameline est, de toutes les graines à huile, celle qui est le moins cultivée chez l'étranger, & en France; la moutarde jaune ou graine de beurre l'est un peu plus; mais on cultive beaucoup le colsat & la navette, & le pavot ou œillette, tant en Allemagne & en Hollande, que dans plusieurs provinces septentrionales de la France. Je ne vois point ces quatre dernières graines dans le Midi du royaume, & encore moins dans les royaumes méridionaux; c'est que les plantes de la famille des crucifères paroissent appartenir au Nord, comme celles des légumineuses appartiennent au Midi. Au reste, les pays méridionaux, assez heureux pour avoir l'olive & les noix, n'ont pas besoin de ces graines qui ne fournissent en général que des huiles communes & grossières. Il faut observer cependant que le pavot se cultive en grand dans la Turquie, mais on sait que c'est uniquement pour en extraire l'opium.

La graine de soleil est employée à Rome & à Ancône, pour faire de l'orgeat & de l'huile; je l'ai aussi reçue de

Mém. 1786.

E e e

Francfort, parmi les graines économiques de ce pays, ce qui me fait croire qu'on l'y destine à quelqu'usage: on s'occupe en France de la multiplier pour en obtenir de l'huile.

Le chardon à bonnetier & le pastel, si connus dans les arts, se cultivent en Allemagne; la garance, la gaude, la soude, le safran, le safranum, sont des pays chauds. On fait combien le commerce tire de garance du Levant, de soude d'Espagne, de safranum d'Égypte, & de safran du Levant; ces plantes cependant sont acclimatées en France; on voit des cultures de chardons à bonnetier à Rouen, à Orléans, & auprès des lieux où il y a des fabriques de lainage; on en voit de garance en Alsace, en Berry, dans la Crau, à Saint-Paul-trois-châteaux; de safran, en Gâtinois & en Angoumois; de gaude, à Tours; & de soude, à Arles.

Il y a des tabacs dans toutes les parties du monde; j'en ai reçu de plus de vingt pays, très-distans les uns des autres, & placés sous des latitudes très-oppoées.

J'ai cultivé à Rambouillet, tous ces objets, de quelques pays qu'ils me soient venus; en les comparant, je n'ai pu me refuser à une remarque très-frappante, c'est que la France, à quelques genres & espèces près, possède tout ce que les étrangers m'ont envoyé, tandis qu'aucun pays du monde ne possède tout ce que j'ai reçu de la France: elle doit sans doute cet avantage à son heureuse position, à l'industrie & à la curiosité des hommes qui l'habitent.

Pour donner une idée de l'utilité dont peut être à la botanique, le travail qui m'occupe, je citerai quelques exemples relatifs à la diversité des noms adoptés, pour exprimer une même plante. Le relevé de mes catalogues m'apprend, 1.^o que la plante appelée *seigle d'Amérique* au Maryland, *blé polonois de la Georgie* en Russie, est connue en France, sous le nom de *blé de Pologne* (*triticum Polonicum*); c'est un froment à épis blancs, à balles très-longues & à grains longs; 2.^o que le *grano duro* de Florence, le *farro* de Gènes, le *frumento forte* de Palerme, & l'*olle* de

toute la côte de Barbarie, est un froment à épis roux & barbus, dont les balles sont serrées & rapprochées, & les grains durs, à demi-transparens; 3.^o que le *trigo sancto* de l'Espagne & des Canaries, que le blé appelé *froment de Turquie* en Pologne, *blé de providence* en quelques pays, *blé de Smyrne*, & enfin *blé de miracles* dans d'autres, est un froment à épis roux, barbus, velus, groupés, à grains blanchâtres & ridés; 4.^o que la *touzelle* du Languedoc, de la Provence, du comtat d'Avignon & de Nice, le *grano tozella* de Gènes, le *richette* de Termini en Sicile, est en général le froment sans barbes, à balles lisses & blanches, & particulièrement celui qui a les grains blancs & longs; 5.^o que le *blé Breton* & le *gros blé de Sologne*, ne sont autre chose que du seigle; 6.^o que le *soucrion* est l'orge à cinq ou six rangs, & la *paumoule*, celle à deux rangs; 7.^o que l'orge polystique nuë, est celle qu'on appelle *orge à café* à Saverne & à Phalbourg, *orge-riz* à Montbrison, *orge du Pérou* à Thionville, à Brignoles, à Marueje, *orge d'Espagne* à Saverne & à Thionville, *orge de Sibirie* à Florence, *seigle de Syrie* en Russie, *froment de montagne* à Fort-aventure, une des îles Canaries, & enfin *épeautre* en Pologne.

Ce relevé de mes catalogues, m'apprend encore que le même nom est donné à plusieurs plantes qui ne se ressemblent point, par exemple, celui de *millet* au blé de Turquie, au millet proprement dit, au panis, à l'alpiste & au sarazin qu'on appelle *millet noir*.

Les résultats que présentent les réponses aux questions imprimées, qui déjà me sont revenues au nombre d'environ quatre-vingts, ne me paroissent pas moins intéressans à connoître : j'en donnerai seulement un aperçu.

Par l'exposé de la position de Grenoble & de celle de Nantes comparées, on conçoit pourquoi, aux environs de la première, on cultive le *blé de miracles*, la *touzelle*, l'*orge hexastique*, le *maïs*, &c. tandis qu'on les élèveroit difficilement aux environs de la seconde, quoique Nantes ne soit

qu'à 45^d 11' de latitude, tandis que Grenoble est à 47^d 12'; c'est que Grenoble est aux pieds des Alpes & abritée par des montagnes, & Nantes exposée à des vents de mer qui sont froids : aussi, la saison rigoureuse, à Nantes, dure-t-elle, depuis la Toussaints jusqu'à la fin du mois de Mai, & à Grenoble, seulement depuis le 1.^{er} Décembre jusqu'à la fin de Février. La réponse à une autre question, fait connoître qu'à Lille en Flandre, la terre végétale a de deux à quatre pieds de profondeur, qu'elle est plus argileuse que sablonneuse & toujours fraîche ; aussi indépendamment du froment, de l'avoine & du lin, y cultive-t-on avec succès le colfat, le houblon & le trefle. C'est avec de la chaux éteinte & les cendres qu'on la divise, & c'est avec la siente de pigeons, la poudrette & le fumier de cheval qu'on la réchauffe.

Par une autre question, je suis informé que dans la Bresse, il y a deux sortes de mesures de terre ; celle des environs de Bourg, qui se nomme *couppée*, & celle depuis Maximiens & Loyes, jusqu'à Lyon, qui se nomme *bichérée*. La première contient 173 toises de roi & $\frac{11}{18}$; la seconde est le double de la *couppée*. Enfin pour ne pas citer un plus grand nombre de réponses, je n'ajouterai plus que celle-ci :

Outre la manière ordinaire de conserver les grains battus & nétoyés, on voit qu'il y a des pays où on les laisse dans leurs balles, sans les vanner ni cribler ; dans d'autres, on les enferme dans la terre ; dans d'autres, ils sont placés dans le centre des meules bien faites avec des bottes de paille d'orge.

On demandera peut-être quel est le véritable but de ces recherches, où elles conduiront, & quels avantages en retirera l'humanité ; je répondrai que quand elles ne serviroient qu'à augmenter les connoissances, on ne pourroit les regarder comme inutiles. Mais le rapprochement de tous les objets cultivés, de toutes les pratiques employées, n'est-il pas un moyen de montrer aux cultivateurs leurs richesses & leurs ressources ? N'est-ce pas

servir l'agriculture, que d'éclairer les hommes qui s'y livrent, & qui, placés dans une province, ignorent ce qui se fait dans les autres ? N'est-ce pas favoriser la multiplication des végétaux utiles, que de désigner exactement ceux qui conviennent à chaque pays, selon le climat, la position & la nature du sol ? Telle est du moins l'espérance dont je me suis flatté ; mais comme on ne peut déterminer toutes les circonstances qui influent plus ou moins sur la végétation, & qui permettent de cultiver une plante plutôt qu'une autre, il sera encore nécessaire que les cultivateurs intelligens fassent des essais particuliers, chacun dans leur pays, afin de conserver la culture des plantes qui leur réussiront le mieux, & pour lesquelles ils auront un débouché facile. Ils me trouveront disposé à leur procurer de mes récoltes ce qu'il me sera possible de donner tous les ans. Déjà M. le baron de Montboissier & M. d'Auteroche, ont commencé dans leurs terres. Déjà l'Académie des Georgophiles de Florence a chargé M. l'abbé Zucchini de cultiver avec soin vingt-cinq sortes de fromens, sept sortes d'orges, neuf sortes d'avoines, que je lui ai fait passer. M. Maurice, à Genève, m'a demandé une collection de tous mes fromens qu'il vient de semer. M. le Comte de la Luzerne a fait essayer à Saint-Domingue quelques plantes d'Égypte, que je lui ai envoyées. M. Picot cultive en Corse tous les cotons & tous les riz que je lui ai fait parvenir.

Si ces tentatives se répètent & s'étendent, on a lieu de croire que l'agriculture y gagnera, & qu'un travail approuvé par le Roi, favorisé par ses bienfaits & honoré de son attention, tournera à l'avantage de ses sujets, & peut-être des nations étrangères.



R É F L E X I O N S

Sur la décomposition de l'eau par les substances végétales & animales.

Par M. LAVOISIER.

JE suppose que ceux qui lisent ces réflexions, se rappellent deux faits que j'ai cherché à établir dans de précédens Mémoires, & qui forment en quelque façon la base de la théorie que je vais essayer d'indiquer. Ces deux faits sont, premièrement, que l'air fixe est un composé de vingt-huit parties de charbon & de soixante-douze de base d'air vital ou oxygène; & c'est cette circonstance qui m'a déterminé à le désigner sous le nom d'*acide carbonique*; secondement, que l'eau est le résultat de la combinaison de quinze parties de base de gaz inflammable ou hydrogène, & de quatre-vingt-cinq d'oxygène. Je ne répéterai pas ici les preuves sur lesquelles sont fondés ces résultats; elles se multiplient de jour en jour, & ce Mémoire, lui-même, leur servira de confirmation.

Si on prend du charbon qui ait été exposé quelque temps à l'air, qu'on l'introduise dans une cornue, & qu'on l'expose à un feu violent, on en obtient d'abord de l'air fixe ou acide carbonique, & de l'air inflammable ou gaz hydrogène; après quoi il ne passe absolument rien, quelque long-temps que le feu soit continué, & à quelque degré qu'on le porte.

Le charbon perd dans cette opération une petite portion de son poids, mais il est toujours dans l'état de charbon, & il jouit encore de toutes les propriétés qui le caractérisent.

Si après avoir ainsi calciné du charbon dans des vaisseaux fermés, on le laisse exposé quelque temps à l'air, il

reprend la plus grande partie du poids qu'il avoit perdu par la calcination , & si on le calcine de nouveau , il donne encore du gaz acide carbonique & du gaz hydrogène. M. Priestley est le premier qui nous ait fait connoître ces résultats , & ils ont été confirmés depuis par un grand nombre de physiciens & de chimistes.

Si on répète successivement, sur le même charbon , un grand nombre de fois ces opérations , on s'aperçoit qu'à chaque calcination nouvelle , il perd un peu plus de son poids qu'il n'en avoit acquis par son exposition à l'air ; en sorte qu'avec du temps & de la patience , on parvient à faire disparaître tout le charbon & à n'avoir plus à sa place que du gaz acide carbonique & du gaz hydrogène.

Mais une circonstance qui n'a été remarquée par aucun de ceux qui se sont occupés de ce genre d'expérience , c'est que le poids réuni du gaz acide carbonique & du gaz hydrogène , qu'on obtient par ces opérations successives , est plus que triple du poids du charbon soumis à la calcination. Or , comme une substance quelconque ne peut fournir dans une combinaison rien de plus que son propre poids , il en résulte qu'il s'ajoute quelque chose au charbon pendant son exposition à l'air : mais notre atmosphère ne contient principalement que de l'air & de l'eau ; il étoit donc évident que c'étoit à l'une ou à l'autre de ces substances qu'étoit dûe l'augmentation de poids des produits.

C'est un principe , que toutes les fois que dans une expérience , plusieurs causes & plusieurs circonstances se compliquent pour produire un effet , on ne peut découvrir à laquelle de ces causes appartient l'effet , qu'en écartant successivement toutes ces causes , à l'exception d'une , & en les interrogeant , pour ainsi dire , chacune séparément. Il falloit , d'après ce principe , au lieu d'exposer à l'air libre le charbon calciné , le mettre en contact , d'un côté , avec de l'air privé d'eau , de l'autre , avec de l'eau privée d'air , & observer les changemens qui en résulteroient dans le produit de l'expérience. Je supprime le détail des opérations

auxquelles ce plan m'a conduit; je dirai seulement, qu'ayant exposé du charbon calciné à de l'air parfaitement sec, il n'a plus donné, par une nouvelle calcination, de gaz hydrogène, mais seulement un peu de gaz acide carbonique & de gaz azotique: lorsqu'au contraire j'ai garanti du charbon du contact de l'air, & que je l'ai imbibé avec une petite quantité d'eau, non-seulement la production de gaz acide carbonique & de gaz hydrogène a eu lieu de la même manière, mais elle a été plus rapide & plus abondante; & en répétant un grand nombre de fois l'opération, je suis parvenu à volatiliser tout le charbon, & à n'avoir plus à la place que de l'acide carbonique aériforme & du gaz hydrogène.

La quantité de charbon que j'ai ainsi poussé jusqu'à destruction totale, étoit de trois gros; le volume total des deux airs que j'en ai obtenus, s'est trouvé de 2834 pouces cubiques, chacun desquels pesoit $0^{\text{grains}} 26$, c'est-à-dire, environ moitié de l'air de l'atmosphère.

Ayant ensuite procédé à l'examen de cet air, je suis parvenu à en séparer, par l'alkali fixe caustique, 850 pouces cubiques d'acide carbonique, pesant, à raison de $0^{\text{grains}} 695$ le pouce cube.... $1^{\text{once}} \quad 0^{\text{gros}} \quad 14^{\text{grains}}$.

Il m'est resté 1984 pouces d'un gaz inflammable qui brûloit avec une flamme bleue, & qui pesoit..... "

	#	2.	2.
TOTAL.....	1	2.	16.

Le poids du pouce cube d'air inflammable pur, n'est que de $0^{\text{grains}} 04$; celui qui m'est resté, après l'absorption, par l'alkali caustique pesoit $0^{\text{grains}} 0748$, c'est-à-dire, près du double; mais je me suis assuré par des expériences très-déliées, & dont il seroit trop long de rendre compte, qu'il tenoit en dissolution environ 44 grains de charbon, qu'il étoit en outre mêlé avec 24 grains d'acide carbonique qui n'en avoit point été séparé par l'alkali caustique, & que c'étoit à ces deux causes qu'il devoit son excès de pesanteur.

Il n'est entré que 3 gros de charbon dans cette expérience, & cependant le produit aériforme s'est trouvé de 1 once 2 gros 16 grains; ce n'est donc point au charbon seul qu'est dû la totalité de ce produit : or, comme je n'ai employé que du charbon & de l'eau, ce qui n'est pas dû au charbon est nécessairement dû à l'eau; donc le mélange de gaz acide carbonique & de gaz hydrogène que j'ai obtenu, & qui pefoit 1 once 2 gros 16 grains, étoit composé de 7 gros 16 grains d'eau & de 3 gros de charbon.

Maintenant, si on substitue, dans le produit aériforme que j'ai obtenu, au gaz acide carbonique, la valeur, à raison de 28 parties de charbon & de 72 d'oxygène, on aura :

Acide carbonique composé de	$\left\{ \begin{array}{l} \text{oxygène.... 6}^{\text{gros}} \text{ 10}^{\text{grains}} \\ \text{charbon... 2. 28} \end{array} \right\}$		1 once	0 ^{gros}	38 ^{grains} .
Gaz hydrogène.....			1.	6.	
Charbon tenu en dissolution dans le gaz hydrogène..			"	44.	
TOTAL.....			1.	2.	16.

Si de ce résultat, on déduit les trois gros de charbon employés dans l'expérience, il restera :

Oxygène.....	6 ^{gros}	10 ^{grains}
Gaz hydrogène pur.....	1.	6.
TOTAL.....	7.	16.

ce qui revient exactement au poids de l'eau, & ce qui confirme encore que cette substance, regardée jusqu'ici comme un élément, est un composé de 85 parties d'oxygène & de 15 parties d'hydrogène, comme nous croyons l'avoir précédemment démontré, M. Meusnier & moi. Voyez *Mémoires de l'Académie, année 1781, pages 269 & 468.*

Ce n'est donc point, à proprement parler, l'analyse du charbon qu'on fait dans cette expérience, c'est réellement

Mém. 1786.

F f f f

l'analyse de l'eau ; & il en résulte seulement une preuve, que l'oxygène a plus d'affinité avec le charbon quand il est rouge & embrasé qu'avec le gaz hydrogène, comme nous l'avons déjà annoncé.

Cette expérience, dans laquelle il n'entre que deux substances, m'a éclairé sur des distillations beaucoup plus compliquées, dans lesquelles on obtient également des quantités très-considérables de gaz acide carbonique & de gaz hydrogène. J'ai refait, sous ce point de vue, quelques-unes des principales expériences rapportées par le docteur Halles dans sa Statique des végétaux. J'ai soumis à la distillation, dans un appareil pneumato-chimique, des plantes, des bois de plusieurs espèces, & j'ai observé premièrement, que dans toutes ces distillations on obtenoit un mélange de gaz acide carbonique & de gaz inflammable. Secondement, que la quantité du produit aériforme varioit beaucoup, suivant l'espèce de végétal soumis à la distillation, & suivant surtout la manière dont on conduisoit la distillation. Troisièmement, que dans un grand nombre de végétaux, la proportion de gaz acide carbonique & de gaz hydrogène étoit à peu-près constante ; qu'elle étoit d'un peu plus de deux parties de gaz hydrogène carbonisé contre une d'acide carbonique, c'est-à-dire, que la nature des produits aériformes & leur proportion étoit à peu-près la même que dans une simple distillation d'eau & de charbon. Quatrièmement, qu'il n'en étoit pas de même dans les végétaux qui contiennent de l'huile toute formée ; que dans la distillation de ces derniers, il se dégageoit un excès très-considérable de gaz hydrogène qui n'étoit pas dû à la décomposition de l'eau, mais à celle de l'huile elle-même.

Une conformité aussi grande dans les résultats, annonçoit une identité dans la cause qui les produisoit, & je n'ai plus douté dès-lors qu'une grande partie du gaz hydrogène & du gaz acide carbonique qui se dégageoit lorsqu'on distille les végétaux à feu nu, ne fussent un effet de la décomposition de l'eau ; que la matière charbonneuse ne fût

toute formée dans les végétaux, comme je l'avois annoncé dès 1778, & je n'ai plus vu dans la décomposition des végétaux par le feu, qu'un jeu de l'affinité de l'oxygène qui entre dans la composition de l'eau, & qui quitte le gaz hydrogène pour s'unir au charbon & former de l'acide carbonique.

Quoique ces conséquences me parussent étroitement liées avec les faits, & que le raisonnement ne me parût pas pouvoir les attaquer, je n'ai pas cru cependant devoir les adopter sans les avoir encore confirmées par de nouvelles expériences; & voici le raisonnement que j'ai fait. Si le gaz hydrogène & le gaz acide carbonique que donnent les végétaux par la distillation, proviennent réellement de la décomposition de l'eau par le charbon; si, comme je l'ai fait voir ailleurs, le charbon n'est susceptible d'opérer la décomposition de l'eau qu'à un degré de chaleur fort supérieur à celui de l'eau bouillante, il en résulte que si on enlève aux végétaux, par une chaleur douce & long-temps continuée, la plus grande partie de l'eau qui entre dans leur combinaison, ils ne doivent plus donner, lorsqu'on les distillera ensuite à feu nu, de gaz acide carbonique ni de gaz hydrogène, ou au moins que la quantité en doit être considérablement diminuée; que si au contraire on les expose tout d'un coup à un feu brusque, en sorte que la partie charbonneuse soit à nu & suffisamment échauffée avant que l'eau ait eu le temps de se dégager, on obtiendra un produit aériforme beaucoup plus abondant. L'expérience n'a pas démenti ce que la théorie m'avoit annoncé: des copeaux de bois exposés à une chaleur vive & brusque, m'ont donné, comme M. Priestley l'avoit déjà observé, des produits aériformes très-abondans, parce que la matière charbonneuse a été portée à l'incandescence avant que l'eau ait eu le temps de se dégager; lorsqu'au contraire je n'ai employé qu'un feu doux & long-temps continué, que je ne l'ai haussé que successivement & par degrés, il a passé de l'eau dans la distillation, les copeaux se sont complètement desséchés; & lorsqu'en suite j'ai augmenté l'intensité du feu,

F f f f ij

je n'ai presque point obtenu de gaz acide carbonique & beaucoup moins de gaz hydrogène.

Le concours de l'eau est donc, à un petit nombre d'exceptions près, indispensablement nécessaire pour obtenir des végétaux, lorsqu'on les décompose par le feu, du gaz acide carbonique, & la quantité qu'on en obtient est d'autant plus abondante, que les végétaux contiennent plus d'eau, dans l'instant où la matière charbonneuse approche de devenir incandescente; nouvelle preuve que le gaz acide carbonique & une grande partie du gaz hydrogène qu'on obtient des végétaux, sont un résultat de la décomposition de l'eau, & que la totalité du premier de ces produits, & au moins une grande partie du second, n'existoient pas dans les végétaux au moins sous cette forme avant qu'on les soumit à la distillation.

Ces expériences, ou plutôt les conséquences naturelles qui en résultent, renversent entièrement le système que le docteur Halles, & après lui, un grand nombre de physiciens s'étoient formé sur la constitution des végétaux. On s'étoit persuadé, d'après la quantité énorme des fluides élastiques qui s'en dégagent lorsqu'ils se résolvent dans leurs principes, que l'air étoit le ciment des corps, que c'étoit lui qui lioit entr'elles les molécules des autres élémens. Nous voilà aujourd'hui forcés de reconnoître que cet air fixe l'acide carbonique auquel on faisoit jouer un si grand rôle, n'existe pas même dans les végétaux, & qu'il est un produit, un résultat de la distillation; en sorte que les anciens supposoient dans les végétaux ce qui n'y est pas, tandis qu'ils n'y reconnoissent pas le charbon tout formé, qui cependant y existe.

Quelques chimistes modernes ont regardé les acides végétaux & animaux, tels que l'acide tartareux, l'acide saccharin ou oxalique, l'acide acéteux, l'acide formique, &c. comme des composés d'acide carbonique & d'hydrogène dans différentes proportions, parce qu'en effet ces acides distillés à feu nu donnent une grande quantité de ces deux airs; mais des expériences analogues à celles que

je viens de rapporter , me portent à croire que ces acides, comme toutes les substances végétales, ne contiennent point d'acide carbonique tout formé; ou au moins qu'ils n'en contiennent qu'en très-petite quantité; que celui qu'on en obtient par voie de distillation est également un résultat de la décomposition de l'eau par la matière charbonneuse, qui est un de leurs principes constituans.

Cet article exige un peu plus de développement, & pour le rendre plus intelligible, je citerai l'exemple du sucre, celle de toutes les substances végétales sur laquelle j'ai fait un plus grand nombre d'expériences.

L'analyse la plus rigoureuse n'y découvre en dernier résultat que de l'eau & du charbon, autrement dit, que de l'oxygène de l'hydrogène & du carbone; la très-petite quantité des autres principes qui peuvent y être contenus, ne paroît pas être essentielle au sucre, elle ne forme pas une de ses parties constituantes : mais le point important seroit de connoître l'ordre dans lequel ces principes sont combinés entr'eux, & voici l'idée que je m'en forme. Il paroît d'abord qu'il y a dans le sucre une portion d'oxygène & d'hydrogène combinés dans l'état d'eau, qui n'est pas essentielle à la constitution du sucre, & qui forme en quelque façon son eau de cristallisation; mais le sucre contient en outre une grande quantité d'oxygène & d'hydrogène unies au carbone, & qui paroissent former une combinaison triple. Cette combinaison qui s'opère par la végétation, & que l'art ne paroît pas avoir encore imité, est très-commune dans le règne végétal; elle est en général connue sous le nom de *corps sucré, de corps muqueux, &c.* Le charbon est dans un excès considérable dans ce genre de combinaison; à l'égard de l'hydrogène & l'oxygène, ces deux principes y sont à peu-près dans la proportion nécessaire pour constituer de l'eau; il y a seulement un léger excès d'oxygène. Ainsi quoique le sucre, & en général les matières végétales, contiennent les matériaux de l'acide carbonique, ceux de l'huile & ceux de l'eau, elles ne contiennent réellement aucune de ces

substances toute formée, parce que ces principes n'y sont point combinés deux à deux, mais comme je l'ai déjà dit, qu'ils y forment une combinaison triple.

Cela posé, il est aisé de prévoir les différens genres d'altérations que doit éprouver le sucre dans diverses circonstances; ces altérations peuvent avoir lieu, soit par soustraction, en tout ou en partie, de quelques-uns de ces principes, soit par addition; & je me suis convaincu que dans tous les cas, le résultat de l'expérience s'accorde parfaitement avec la théorie. Je vais en citer quelques exemples.

Si on échauffe lentement du sucre, en observant de ne lui faire éprouver qu'une chaleur peu supérieure à celle de l'eau bouillante, l'oxygène & l'hydrogène qui formoient avec le carbone une combinaison triple, se réunissent pour former de l'eau; cette eau passe dans la distillation en enlevant avec elle, 1.^o le léger excès d'oxygène que contenoit le sucre; 2.^o un peu de carbone & d'hydrogène qui s'y combinent, & il en résulte un acide huileux très-flegmatique, que les auteurs modernes ont nommé *acide sirupeux*, & que nous avons désigné dans notre nouvelle nomenclature sous le nom d'*acide pyro-mucique*. Cet acide est accompagné 1.^o d'une très-petite portion d'huile libre qui résulte également de la combinaison de l'hydrogène & du carbone; 2.^o d'un peu de gaz acide carbonique, résultant de la décomposition d'une petite portion d'eau par le carbone; 3.^o d'un peu de gaz hydrogène tenant du carbone en dissolution: enfin il reste dans la cornue du charbon pur ou carbone, qui forme environ moitié du poids du sucre.

Les phénomènes sont fort différens, si, au lieu d'une chaleur douce, on emploie une chaleur brusque: alors une beaucoup plus grande quantité d'oxygène s'unit avec le carbone; une beaucoup plus grande quantité d'acide carbonique est formée; enfin, une beaucoup plus grande quantité de gaz hydrogène libre s'échappe en emportant avec lui du carbone en dissolution. On peut même augmenter le produit en acide carbonique & en gaz hydrogène,

pour ainsi dire, à volonté, en recobobant sur le charbon l'eau & l'acide pyro-mucique qui ont passé dans la distillation; & en recommençant un grand nombre de fois cette cohobation, on finit par tout convertir en charbon, en gaz acide carbonique & en gaz hydrogène carbonisé, sans qu'il reste aucune apparence d'huile, ni d'eau, ni d'acide pyro-mucique.

Si, au lieu d'enlever ainsi à la fois au sucre l'oxygène & l'hydrogène, comme on le fait par voie de distillation, on pouvoit trouver un procédé pour ne lui enlever que l'oxygène, il resteroit alors de l'hydrogène & du carbone, c'est-à-dire, de l'huile, & l'on résoudroit un des plus intéressans problèmes de l'analyse végétale, la conversion du sucre & des substances analogues en huile; problème que je ne regarde pas comme impossible à résoudre.

Mais c'est sur-tout par addition qu'on peut le plus aisément changer la proportion des principes qui composent le sucre: si on l'oxygène, soit par l'acide nitrique, soit par l'acide muriatique oxygéné, ou par quelque autre procédé que ce soit, on le convertit en un acide dont la nature varie suivant la proportion de carbone, d'hydrogène & d'oxygène qui s'établit, & qui est ou tartareux, ou oxalique, ou malique, ou acéteux.

Loin que cette propriété de former des acides soit particulière au sucre quand on l'oxygène, elle est au contraire commune à presque toutes les substances animales & végétales, comme l'ont fait voir, principalement pour l'acide oxalique, M.^{rs} Schéele & Berthollet; non pas que ces acides y soient réellement contenus antérieurement à l'oxygénation, comme ils l'ont supposé; mais le carbone & l'hydrogène entrant dans la composition de toutes les substances animales & végétales, & à peu-près dans la proportion nécessaire pour constituer l'acide oxalique, il en résulte qu'on ne peut les oxygéner sans former une quantité plus ou moins grande de cet acide.

L'esprit-de-vin, comme je l'ai fait voir, *Mém. de l'Acad.*

année 1784, page 593, est composé d'hydrogène, de carbone & d'eau, à la différence des huiles qui contiennent les mêmes principes (l'hydrogène & le carbone), mais dans une proportion un peu différente & privés d'eau. Il n'est donc point étonnant qu'en oxygénant l'esprit-de-vin, on détruise la partie spiritueuse, qu'il se produise de l'eau, & qu'on forme en même temps de l'acide acéteux & de l'acide oxalique. M. Berthollet me paroît donc s'être trompé, lorsqu'il a conclu que ces acides existoient tout formés dans l'esprit-de-vin; cette liqueur spiritueuse n'en contient que les radicaux, & les acides eux-mêmes sont formés par l'acte de l'oxygénation.

Toutes ces réflexions s'appliquent également aux matières animales comme aux végétales: ces substances sont également le résultat d'une combinaison triple d'oxygène, d'hydrogène & de carbone; elles ne contiennent ni eau, ni acide carbonique, ni huile toute formée, mais elles en contiennent tous les élémens. Le moindre degré de chaleur, pourvu qu'il soit un peu supérieur à celui de l'eau bouillante, suffit pour réunir l'oxygène & l'hydrogène, l'hydrogène & le carbone, & pour former de l'huile & de l'eau; mais aussi les phénomènes se compliquent un peu davantage, parce qu'il existe, comme M. Berthollet le démontre, un quatrième principe dans les matières animales, l'azote, qui, avec l'hydrogène, forme de l'alkali volatil ou ammoniac. L'observation qu'a faite M. Fourcroy, de la conversion de la partie musculaire des animaux, en graisse, après un laps de temps très-considérable, dans les cimetières, vient à l'appui de cette théorie; l'oxygène a été soustraite par une circonstance quelconque, & il n'est resté que de l'hydrogène & du carbone, qui sont les matériaux qui composent la graisse.

Je suis bien éloigné de vouloir inférer de ces réflexions, qu'il n'existe pas de l'huile toute formée dans les animaux & dans les végétaux: les graisses se montrent à nu & toutes séparées dans les animaux; on les extrait à froid, &
par

par simple expression des substances végétales ; enfin les huiles essentielles de la plupart des plantes s'évaporent d'elles-mêmes & se répandent dans l'air par la seule chaleur de l'atmosphère. Il n'est donc ici question que des huiles empyreumatiques, de celles qu'on obtient par voie de distillation, du bois, de toutes les parties des plantes, des chairs, des matières animales, de la corne de cerf, &c. La Nature ne forme point ces huiles, elle ne fait qu'en préparer les matériaux ; & c'est l'art qui, à l'aide de la chaleur, achève l'ouvrage commencé par la Nature.

On objectera peut-être que si cette explication étoit vraie, on devroit obtenir de l'huile en recohobant de l'eau sur du charbon ; & en effet, dans cette opération, le carbone décompose l'eau, il lui enlève son oxygène pour former de l'acide carbonique ; alors l'hydrogène qui devient libre, se trouve en contact avec le carbone, & il semble qu'il devroit se combiner avec lui & former de l'huile. Cette objection m'avoit d'abord paru sérieuse, mais la réflexion a bientôt dissipé ce qu'elle m'avoit d'abord présenté d'important. On ne peut conclure qu'un effet arrivera constamment, qu'autant que les circonstances dans lesquelles il a coutume de se produire, seront absolument les mêmes, & c'est ici que ce principe trouve son application. Quoique de l'eau & du charbon contiennent tous les mêmes principes que le sucre, de l'eau & du charbon ne sont cependant pas du sucre & j'en ai déjà donné la raison ; c'est que le sucre est une combinaison triple de carbone, d'oxygène & d'hydrogène, & que le mixte n'est plus le même, dès que les principes se sont combinés deux à deux. Or il ne faut qu'un degré de chaleur très-médiocre pour détruire la combinaison triple, & à ce degré il peut se former de l'huile : il n'en n'est pas de même de la décomposition de l'eau par le charbon, elle ne peut avoir lieu qu'à une chaleur rouge ; & non-seulement cette chaleur est supérieure à celle nécessaire pour former les huiles, mais elle suffit même pour les décomposer. Il n'est donc pas étonnant qu'il se

Mém. 1786.

G g g

forme de l'huile dans la décomposition du sucre qui se fait à un feu doux, & qu'il ne s'en forme pas dans la décomposition de l'eau par le charbon qui exige un feu vif.

Je ne suivrai pas ici le détail des altérations qu'on peut faire subir à l'esprit-de-vin & à quelques autres substances végétales, quand on les oxygène; je dois attendre que mes expériences soient encore plus complètes: je dirai seulement que quand on oxygène de l'esprit-de-vin, il commence par se former de l'eau par l'union de son hydrogène avec l'oxygène qu'on y ajoute; qu'en conséquence la proportion qui existoit entre l'hydrogène & le carbone considérés comme parties constituantes de l'esprit-de-vin, change, & que c'est à cette altération dans les proportions, qu'est dûe d'abord la formation de l'éther, & quand l'oxigénation est portée plus loin, celles de l'acide oxalique, de l'acide acéteux, &c. Le travail que j'ai entamé à cet égard, feroit déjà achevé, si je n'avois été arrêté par des explosions dangereuses qui arrivent dans la combustion de l'éther, & qui m'ont empêché d'en faire l'analyse par combustion, comme j'avois fait précédemment celle par l'esprit-de-vin.

J'ai déjà fait observer, qu'entre les trois principes qui entrent dans la composition des végétaux & des animaux, le carbone étoit en excès; & c'est probablement la principale cause de l'action que ces substances exercent sur l'eau: le carbone, qui est en excès, attaque l'oxygène de l'eau, & forme de l'acide carbonique; en même temps, une portion d'hydrogène correspondante, qui est devenue libre, se dégage, ou bien elle se recombine avec du charbon, pour former de l'huile; enfin, dans les matières animales, elle se combine avec l'azote, & forme de l'ammoniaque. M. Berthollet a déjà développé ces phénomènes, à l'égard de la fermentation putride, qui n'est autre chose qu'une décomposition de l'eau par les substances animales & végétales. Je me propose de donner, très-incessamment, & dans un grand détail, tout ce qui concerne la fermentation spiritueuse.

Qu'il me soit permis, avant de quitter cet objet, de faire observer qu'il y a quatre manières principales d'oxygéner les substances végétales & animales : on peut les oxygéner par la combustion à l'air libre ; par la distillation à feu nu , à l'aide de l'eau qu'ils contiennent ; par une fermentation quelconque, vineuse ou putride ; enfin, par leur combinaison avec les acides auxquels l'oxygène tient peu, tels que l'acide nitrique ou l'acide muriatique oxygéné. Ces trois genres d'oxygénation produisent des effets analogues, avec cette différence seulement, que dans l'oxygénation par l'air, il y a dégagement de calorique ; dans celle par l'eau, il y a dégagement d'hydrogène ; dans celle par l'acide nitrique, il y a dégagement de gaz nitreux. On peut donc dire que la combustion est une oxygénation, & réciproquement, que l'oxygénation par l'eau & par les acides, est une sorte de combustion : j'adopterai volontiers cette dernière manière de parler, & je serois très-porté à admettre en chimie deux espèces de combustion, l'une par l'air, accompagnée d'éclat & de lumière ; l'autre, paisible, qui se fait par la décomposition de l'eau & par celle des acides : je nommerois la première, *combustion ardente*, & la seconde, *combustion obscure*. Je m'attends bien que ce nouveau langage ne sera pas adopté sans quelques contradictions ; mais je prie les lecteurs de considérer, qu'à mesure que la science se perfectionne, il est indispensable d'en modifier & d'en perfectionner le langage. La chimie ne forme pas encore, à proprement parler, comme les mathématiques, un corps de science : les faits lui ont été fournis de toutes mains, & se sont accumulés sans ordre ; ce sont des matériaux qu'il faut débrouiller, qu'il faut classer ; pour en former l'édifice.

Je voudrois qu'il me fût permis de m'arrêter à faire voir ici la liaison qui existe entre les idées, les expériences & les mots ; comment les sciences physiques doivent marcher, en quelque façon, toujours sur trois colonnes qui ne doivent présenter qu'un seul front ; comment la science

G g g ij

ne peut se perfectionner sans le langage, ni le langage sans la science: ces vérités ont été profondément senties par le savant Magistrat qui s'est chargé de la partie chimique de l'Encyclopédie, & l'on ne peut douter que la nomenclature qu'il a adoptée, la clarté & la simplicité qu'elle a portées dans la science, n'aient beaucoup contribué aux progrès rapides qu'elle fait dans ce moment. Un des premiers principes de la logique & de la grammaire des sciences, est d'exprimer par un seul mot, autant qu'il est possible, ce qui a été une fois analysé, décrit & défini; de classer sous une dénomination commune toutes les opérations, toutes les substances analogues, & de les différencier ensuite par une épithète: c'est en suivant ces principes, que je me crois permis de donner le nom générique de *combustion* à toute opération où il y a combinaison de carbone & d'oxygène, & peut-être en général à toute oxygénation, & à différencier ensuite les diverses combustions, par les circonstances qui accompagnent cette combinaison.

J'adopterai d'autant plus volontiers cette distinction de *combustion ardente* & de *combustion obscure*, que nous sommes déjà forcés d'en admettre une semblable à l'égard de la chaleur, & de distinguer, avec Schéele, la chaleur ardente & la chaleur obscure.

Je terminerai ce Mémoire par quelques réflexions relatives à la végétation. Toutes les fois qu'on se propose de décomposer une substance formée de la réunion de deux principes, on peut attaquer séparément l'un ou l'autre de ces principes; c'est ce qu'exprimoient les anciens chimistes, lorsqu'ils disoient que les mixtes ont différens côtés, différens *latus*, & que les combinaisons se forment par les *latus* analogues. L'eau étant composée de deux substances, l'oxygène & l'hydrogène, elle est susceptible d'être décomposée par l'un ou l'autre de ces *latus*. Dans toutes les combustions, soit ardentes, soit obscures, c'est principalement par le *latus* de l'oxygène que s'opère la

décomposition ; mais il est une opération de la Nature , dans laquelle cette même décomposition s'opère par le *latus* opposé , ou plutôt , par une double affinité , c'est la végétation.

Pour se faire une idée de ce qui se passe dans cette grande opération , que la Nature sembloit avoir environnée jusqu'ici d'un voile épais , il faut savoir qu'il ne peut y avoir de végétation sans eau & sans acide carbonique : ces deux substances se décomposent mutuellement dans l'acte de la végétation , par leur *latus* analogue ; l'hydrogène quitte l'oxygène pour s'unir au charbon , pour former les huiles , les résines , & pour constituer le végétal ; en même temps , l'oxygène de l'eau & de l'acide carbonique se dégage en abondance , comme l'ont observé M.^{rs} Priestley , Inguenhouz & Sennebie , & il se combine avec la lumière , pour former du gaz oxygène.

Je ne fais qu'annoncer cette théorie , dont je ne suis pas encore en état de développer les preuves , & qui d'ailleurs ne présente pas encore à mes yeux des résultats évidens : ce ne sera que l'année prochaine que je pourrai répéter les premières expériences que j'ai faites à ce sujet , les rapprocher de celles de M.^{rs} Priestley , Inguenhouz & Sennebie , & en ajouter quelques autres que je médite.

Nota. Ce Mémoire a été lu & déposé avant que nous nous fussions occupés , M.^{rs} de Morveau , Berthollet , de Fourcroy & moi , de l'ouvrage que nous avons publié depuis , sous le nom d'*Essai d'une nouvelle Nomenclature chimique* ; mais en l'envoyant à l'impression , j'ai cru devoir y introduire les nouvelles dénominations que nous avons adoptées.



M É M O I R E

Sur la nature de la substance saline acide que l'on retire de la cerise, de la groseille, de la pêche, de l'abricot, de la framboise, de la mûre, de la pomme, de la poire, de l'épine-vinette & de la grenade.

Par M.^r DE LASSONE & CORNETTE.

Assemblée
publique
d'après
Pâques
1786.

QUOIQUE le travail dont nous allons rendre compte, n'offre rien que de très-simple en lui-même, & paroisse au premier coup-d'œil peu intéressant & peu susceptible d'attention, nous avons cru néanmoins que dans un moment où toutes les parties de la physique sont cultivées avec tant de succès, où les découvertes dans tous les genres se succèdent si rapidement, nous pouvions porter notre attention sur des objets simples, familiers à toutes les classes des citoyens; persuadés qu'on nous sauroit quelque gré d'avoir dirigé nos recherches sur des substances que l'on sert journellement sur nos tables, qui, dans la saison, servent, pour ainsi dire, d'alimens au peuple, & dont une partie des principes qu'ils contiennent, n'est pas encore parfaitement bien connue.

Occupés depuis long-temps de l'analyse du règne végétal, & plus particulièrement de l'examen des fruits fondans, nous avons cherché à connoître non-seulement les différens phénomènes qui se passaient pendant leur fermentation spiritueuse, & l'espèce de vin que chacun d'eux pouvoit fournir; mais nous nous sommes spécialement attachés à nous procurer la partie saline & à en découvrir la nature.

L'étendue de ce travail ne nous permettant pas d'entrer dans un long détail sur tous ces points, nous passerons légèrement sur le premier, déjà connu en partie des

chimistes, & nous nous arrêterons davantage sur le second qui a le plus fixé notre attention, & qui fait le sujet de ce Mémoire.

Pour établir plus d'ordre & de précision, ces fruits seront divisés en deux manières, en fruits acides & en fruits doux, parce que ces derniers contenant davantage de matière sucrée & de mucilage, il nous a paru qu'ils ne devoient pas être confondus avec les autres.

Nous nous sommes procuré une certaine quantité de chacune des espèces de fruits bien mûrs, que nous avons désignés au titre de ce Mémoire; ces fruits ont été écrasés dans des terrines de grès, & délayés chacun avec une certaine quantité d'eau: ces liqueurs filtrées ont été divisées en deux parties; la première, contenue dans des terrines de grès, désignées chacune avec des numéros indicatifs, a été exposée à la cave. Notre intention, en adoptant ce procédé, étoit de favoriser à la longue la précipitation de la matière saline; quelques jours après, ces liqueurs se couvrirent de moisissure à la surface, & au bout d'un mois, il s'étoit formé dans les vaisseaux qui contenoient le suc des fruits doux, une pellicule épaisse, semblable à une gelée: ils avoient laissé déposer beaucoup de terre & de matière muqueuse; ce qui nous obligea de les refiltrer de nouveau, & de répéter plusieurs fois, dans le cours de cette expérience, la même opération. Les suc acides s'étoient également couverts de moisissure; mais nous ne trouvâmes point à leur surface cette croûte gelatineuse, comme nous l'avions observée aux fruits doux, & à peine, dans ce même espace de temps, avoient-ils fait quelque dépôt. Le suc de Berbéris seulement avoit laissé précipiter un sel déjà connu par Simon Poli, & dont nous parlerons ci-après; les autres suc du même genre en donnèrent plus tard, & la petite portion de sel qui s'étoit précipitée, étoit tellement confondue avec la terre & la partie mucilagineuse, que son extraction en fut très-difficile.

Les liqueurs filtrées des fruits doux, mises de nouveau

à la cave, présentèrent les mêmes phénomènes dont nous venons de parler; moisissure à la surface, précipitation de terre & de matière muqueuse, tout eut également lieu, & malgré nos soins, nous ne pûmes de cette manière obtenir le sel essentiel de ces fruits.

L'autre portion de ces suc que nous avions séparée; fut divisée en deux parties; l'une fut saturée avec de l'alkali fixe, & l'autre avec de l'alkali minéral. Nous ne parlerons pas de l'effervescence qui s'est passée pendant leur combinaison; elle fut vive avec les fruits acides, mais nulle ou presque nulle avec les fruits doux. Ces liqueurs épaissies, en consistance de sirop clair, & exposées dans un endroit frais, ne donnèrent aucuns cristaux salins; la liqueur sans doute trop épaisse, ne put en faciliter le rapprochement, & nous ne retirâmes par ce procédé aucune espèce de sel: mais ayant versé du vinaigre distillé sur chacun de ces mélanges, dans la vue de décomposer le sel neutre qui s'étoit formé, nous observâmes que les suc des fruits acides avoient perdu leur transparence; & quelque temps après, ils avoient laissé déposer une très-petite quantité de matière saline dont nous examinerons ailleurs les propriétés.

Les suc des fruits doux ne parurent point altérés par leur mélange avec le vinaigre; leur consistance épaisse & leur viscosité s'étoient opposées à la précipitation de la partie saline: aussi ne se forma-t-il, au fond des vaisseaux qui les contenoient, aucun dépôt salin. Peut-être, en les faisant chauffer jusqu'à l'ébullition, aurions-nous pu avoir plus de facilité à nous en procurer; mais notre crainte, en détruisant le mucilage, d'altérer la partie saline, nous fit renoncer à ce moyen.

Nous ne fûmes pas plus heureux en nous servant de ces liqueurs fermentées. Depuis long-temps nous nous étions occupés des moyens de faire du vin avec chacun de ces fruits, & nous étions convaincus, d'après plusieurs expériences, qu'ils ne se comportoient pas tous de même pendant leur fermentation vineuse; que les suc des fruits acides, moins chargés de corps muqueux, de matière

matière sucrée, & plus salins que les autres, laissoient déposer plus promptement & plus aisément leur sel ; mais aussi que comparables en quelque sorte au raisin à demi-mûr, ils exigeoient, pour être convertis en vin passable, selon la remarque de Juncker, l'addition du sucre : observation confirmée depuis par M. Baumé, tandis que le suc des fruits doux plus muqueux, plus chargé de matière sucrée, & par conséquent plus fermentescible, donnoit du vin sans addition, mais fournissoit plus difficilement leur sel, & ne le laissoit déposer qu'après la destruction totale du mucilage. Nous espérions cependant que leur viscosité ayant été ainsi atténuée, & en grande partie détruite par la fermentation vineuse, la partie saline se précipiteroit plus aisément. Nous ne tardâmes pas à apercevoir que la fermentation n'agissoit pas aussi efficacement sur ces sucres que sur celui du raisin ; que sans doute moins riches en matière sucrée & aussi moins abondans en esprit ardent, il y restoit une plus grande quantité de mucilage non altéré ; car ayant exposé ces liqueurs à l'air, non-seulement elles ne laissèrent point précipiter de sel, mais il se forma au bout de quelque temps à leur surface, notamment du cidre & de la poirée, une pellicule gélatineuse assez épaisse : circonstance qui nous a paru propre à expliquer pourquoi les personnes dont l'estomac est foible & délicat, ne peuvent pas s'habituer à l'usage de cette boisson.

Peu satisfaits jusqu'ici de nos expériences, nous résolûmes de tenter un autre procédé. Nous étions autorisés à croire que la substance saline, dans les sucres de ces fruits bien mûrs, étoit tellement enveloppée par le corps muqueux, que l'on ne pouvoit la retirer sans de grandes difficultés, & même sans la décomposer en partie ; & que la fermentation vineuse ne pouvant le faire en quelque sorte qu'au détriment de la partie saline contenue en petite quantité dans ces fruits, ce moyen devoit être rejeté.

Nous pensâmes que nous remplirions mieux notre objet avec des fruits à demi-mûrs, sur-tout en n'employant point

Mém. 1786.

H h h h

pour extraire la partie saline le secours de la chaleur, dans la crainte que l'action de cet agent n'en altérât la nature.

Nous nous procurâmes, chacun dans leur temps, une suffisante quantité de ces fruits encore verts dont nous fîmes extraire le suc : ces liqueurs filtrées sur le champ, furent conservées dans des bouteilles de verre; elles furent toutes couvertes d'huile & placées l'une & l'autre à la cave. Notre but principal, en adoptant ce procédé, étoit d'avoir la partie saline de ces fruits plus à nud, plus exempte de mucilage, & d'éviter en même temps les altérations qu'ils n'auroient pas manqué d'éprouver, s'ils eussent été placés dans un autre lieu. Notre dessein étoit de les exposer à la gelée & de les concentrer comme le vinaigre; ce degré de froid devoit produire un double avantage, celui non-seulement de rapprocher les suc, & d'en faciliter, sans aucune altération la précipitation de la matière saline, mais un autre non moins important, celui de détruire la partie muqueuse; car nous nous sommes assurés plusieurs fois que les substances de ce genre ne résistoient pas au froid, & que les mucilages exposés à la gelée étoient détruits & altérés dans leur principe.

La saison étant devenue favorable, nous avons profité des premiers froids de l'hiver dernier, pour faire les expériences que nous avions projetées; ces suc, exposés à cette température, ne tardèrent pas à se geler, & nous eûmes soin de retirer sur chacun d'eux la glace à mesure qu'elle se formoit. Lorsqu'ils furent diminués environ des trois quarts, nous aperçûmes qu'il s'étoit fait au fond de quelques terrines, principalement de celles qui contenoient les suc des fruits acides, un dépôt salin; le même effet eut lieu quelque temps après sur la poire & sur la pomme; mais les suc de pêches & d'abricots, sans doute plus aqueux & moins salins, exigèrent un plus grand rapprochement, & laissèrent de même déposer leur sel, en moindre quantité à la vérité que les autres suc.

Ce sel ainsi déposé, étoit chargé de la matière colorante

& extractive de ces fruits ; mais par des lotions réitérées dans l'eau froide & même dans l'esprit-de-vin, nous sommes parvenus à le dépouiller des matières étrangères qui le coloroient & qui en altéroient la pureté.

Ces différens sels examinés chacun séparément, nous ont offert les résultats suivans ; ils étoient acides, rougissoient les teintures bleues des végétaux, se dissolvoient difficilement dans l'eau, faisoient effervescence avec les alkalis, & formoient avec eux des sels susceptibles de cristallisation ; ils nous ont donné du sel de Seignette avec l'alkali minéral, & du sel végétal avec l'alkali fixe ; ils brûloient sur les charbons ardens, répandoient une odeur particulière à la crème de tartre, & enfin comme elle ils étoient rendus solubles dans l'eau par l'intermède du borax : découverte faite par M. le Fevre, médecin à Uzès, & dont l'un de nous (M. Laffone) dès l'année 1755, a développé la théorie, & a indiqué dans ce temps les propriétés de cette nouvelle combinaison.

Nous ne sommes pas les premiers qui ayons reconnu la préexistence de la crème de tartre dans quelques-uns des fruits dont nous venons de parler : Simon Poli l'avoit trouvée dans l'épine-vinette, & M. Rouelle dans la poire. Nous nous faisons un devoir & un plaisir de rendre un hommage public à la mémoire de ce dernier, dont le nom fera toujours époque dans les fastes de la chimie.

Notre principal objet, en présentant les expériences dont nous venons de rendre compte, n'a point été de déterminer au juste la quantité de crème de tartre que pouvoit contenir chaque espèce de fruit ; il nous suffisoit de démontrer dans chacun d'eux l'existence de ce sel, & de prouver qu'il étoit identique dans tous.

Nous ferons observer que pour obtenir des résultats fixes & constans, il est essentiel d'opérer sur une certaine quantité de fruits ; car dans la plupart, la partie saline y est en si petite quantité & tellement enveloppée par le corps muqueux, qu'à peine seroit-elle rendue sensible, si

H h h h ij

on n'en employoit qu'une dose ordinaire, & sur-tout si le fruit étoit parvenu à sa parfaite maturité. On ne doit pas d'ailleurs perdre de vue, que la quantité de ce sel doit varier en raison de l'humidité ou de la sècheresse qu'il aura fait dans la saison.

Nous regrettons de n'avoir pu comprendre dans le nombre des fruits que nous avons examinés, la fraise & la prune ; mais un accident arrivé aux vaisseaux qui contenoient le suc de ces fruits, ne nous a pas permis de présenter ce travail aussi complet que nous l'aurions désiré. Nous espérons profiter de la saison prochaine pour répéter ces expériences, & nous nous proposons d'en ajouter un grand nombre d'autres que nous communiquerons dans le temps à l'Académie.



OBSERVATIONS DES SATELLITES DE JUPITER,

Faites à Périnaldo en 1786.

Par JACQUES-PHILIPPE MARALDI.

JUILLET.

Temps vrai.

- 12ⁱ 3^h 58' 33" m. **I**MMERSION du 1.^{er} satel. il fait beau ; on voit fort bien les bandes. Lunette de 15 pieds, de Campani.
17. 3. 26. 1. m. Immerf. du 2.^e sat. les bandes ne sont pas distinctes. Lunette de 15 pieds, de Campani.
28. 2. 13. 8. m. Immerf. du 1.^{er} sat. Il fait beau ; on voit fort bien les bandes. Lunette acromatique de 3 pieds, de l'Étang.
29. 1. 51. 21. m. Immerf. du 3.^e. M. Maraldi, oncle. Lun. de 3 pieds, de l'Étang.
1. 51. 31. m. Immersion du 3.^e. Maraldi, neveu. Lun. de 15 pieds, de Campani. Il fait beau ; les bandes sont bien distinctes ; l'air est humide.
3. 32. 2. m. Émerfion du 3.^e. Maraldi, oncle : il est fort sensible ; je ne l'attendois pas si bas.
3. 32. 15. m. Émerfion du 3.^e ; Maraldi, neveu.

A O Û T.

4. 9. 26. 32. m. Émerf. du 2.^e sat. Les bandes ne sont pas distinctes ; l'air est humide. Lunette acromat. de l'Étang.
4. 8. 17. m. Immerf. du 1.^{er}. Les bandes sont bien distinctes. Lunette de 3 pieds acromat. de l'Étang.
11. 0. 34. 33. m. Immersion du 2.^e. Maraldi, oncle. Il fait beau : on voit assez bien les bandes, quoiqu'il y ait du brouillard sur terre depuis la mer jusqu'à un quart de lieue du pays. Lunette acromatique de 3 pieds, de l'Étang.

614 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE

A O Û T.

Temps vrai.

- 11ⁱ 3^h 3' 31" m. Émerſion du 2.^e. Il fait beau: on voit parfaitement les bandes, mais le vent agite un peu la lunette. Il n'y a plus de brouillard du tout. *Idem, idem.*
18. 3. 13. 4. m. Immerſ. du 2.^e. Il fait beau; les bandes ſont bien diſtinctes. Lunette acromatique de 3 pieds, de l'Étang.
28. 10. 52. 4. f. Immerſ. du 1.^{er}. Il fait beau; les bandes ſont bien diſtinctes. Lunette acromatique de 3 pieds, de l'Étang.

SEPTEMBRE.

2. 9. 56. 21. f. Immerſion du 3.^e ſatellite. Jupiter eſt médiocrement terminé. Lunette acromat. de 3 pieds, de l'Étang. Maraldi, oncle.
9. 56. 4. f. Immerſ. du 3.^e ſat. Maraldi, neveu. Lun. de 15 pieds, de Campani.
11. 40. 22. f. Jupiter ſe découvre: on voit le 3.^e très-apparent, quoique très-petit. Maraldi, oncle.
11. 40. 20. f. Jupiter ſe découvre: on voit le 3.^e très-ſenſible. Maraldi, neveu.
10. 2. 1. 5. m. Immerſion du 3.^e. Maraldi, oncle. Je le voyois encore un moment auparavant lorsqu'il eſt ſorti des nuages. Lorsque je ſuis revenu à la lunette, je ne l'ai plus vu.
3. 39. 38. m. Émerſ. du 3.^e Maraldi, oncle. Il fait beau. Lunette de 3 pieds acrom. de l'Étang.
2. 3. 10. m. Immerſion du 3.^e ſat. Maraldi, neveu.
3. 39. 48. m. Émerſ. du 3.^e. Maraldi, neveu. Lunette de 15 pieds, de Campani.
- * 12. 0. 29. 20. m. Immerſ. du 2.^e ſat. Maraldi, oncle. Il fait beau. Lunette de 3 pieds acromat. de l'Étang.
0. 29. 17. m. Immerſ. du 2.^e ſat.^{er} Maraldi, neveu. Il fait beau. Lunette de 15 pieds, de Campani.
2. 41. 43. m. Imm. du 1.^{er} ſat. Maraldi, oncle. Il fait beau. Lunette de 3 pieds acromatique, de l'Étang.
2. 41. 54. m. Immerſ. du 1.^{er} ſat. Maraldi, neveu. Il fait beau. Lunette de 15 pieds, de Campani.

* On a obſervé juſqu'à 3^h 0' après minuit, on n'a pas vu le 2.^e; ainſi l'Émerſion n'a pas été viſible.

OCTOBRE.

Temps vrai.

- 28ⁱ 1^h 3' 34" m. Immersion du 1.^{er} sat. Les bandes ne sont pas distinctes; l'air est humide.
6. 9. 28. 31. f. Immerf. du 1.^{er} sat. Il fait beau; les bandes sont bien dist. Lunette de 3 pieds, de l'Étang.
9. 48. 56. f. Immerf. du 2.^e sat. Il fait beau; même lunette.
13. 11. 25. 24. f. Immerf. du 1.^{er} sat. Les bandes sont bien dist. Lunette acromat. de 3 pieds, de l'Étang.
14. 0. 28. 54. m. Immerf. du 2.^e sat. Les bandes sont bien dist. Lunette acromat. de 3 pieds, de l'Étang.
21. 1. 19. 41. m. Immerf. du 1.^{er} sat. les bandes sont bien dist. Lunette acromat. de 3 pieds, de l'Étang.
3. 8. 0. m. Immerf. du 2.^e sat. les bandes sont distinctes; l'air est humide. Même lunette.
23. 2. 17. 9. m. Immersion du 3.^e sat. Il fait très-beau; les bandes sont distinctes. Même lunette.
3. 57. 27. m. Émerf. du 3.^e satellite. Mêmes circonstances.
28. 3. 14. 49. m. Immersion du 1.^{er}. Il fait très-beau. Lunette acrom. de 3 pieds, de l'Étang.
5. 45. 22. m. Imm. du 2.^e. Les bandes sont dist. même lun.

NOVEMBRE.

20. 7. 58. 11. f. Émerf. du 3.^e. Les bandes sont distinctes; l'air est humide. Même lunette.
22. 0. 0. 58. m. Émerf. du 1.^{er}. Les bandes sont tr. dist. même lun.
23. 6. 28. 52. f. Émerf. du 1.^{er}. Les bandes ne sont pas bien dist. Lunette acromat. de 3 pieds, de l'Étang.
27. 10. 17. 13. f. Imm. du 3.^e. Il fait beau; les bandes sont bien dist. Lunette acrom. de 3 pieds, de l'Étang.
11. 54. 41. f. Émerf. du 3.^e. Mêmes circonst. & même lun.

DÉCEMBRE.

5. 2. 12. 58. m. Immerf. du 3.^e sat. Les bandes ne sont pas bien distinctes. Même lunette.
6. 3. 45. 14. m. Émerf. du 1.^{er}. On ne dist. point les bandes; Jupit. n'est pas bien terminé. Même lun.
15. 0. 4. 22¹/₂. m. Émerf. du 1.^{er}. Il fait beau; les bandes sont dist. Lunette acromatique de 3 pieds, de l'Étang.
27. 6. 17. 5. f. Émerf. du 2.^e. Il fait beau; les bandes sont bien distinctes. Même lunette.



M É M O I R E
S U R L E S
INTÉGRATIONS PAR ARCS D'ELLIPSE.

Par M. LE GENDRE.

SI on fait varier une transcendante par rapport aux différentes constantes qu'elle renferme, les coefficients des différences partielles qu'on obtiendra, pourront être des transcendantes d'un ordre moins élevé, mais ils ne seront jamais d'un ordre supérieur. Comme ils se déduisent immédiatement de la transcendante principale, & qu'on peut les comprendre dans les mêmes tables, on doit les regarder, en général, comme étant du même ordre, à l'exception du petit nombre de cas où l'abaissement pourroit avoir lieu.

Cela posé, nous démontrerons facilement que les arcs d'hyperbole dépendent entièrement des arcs d'ellipse, & n'offrent point une espèce particulière de transcendante. Il y a donc une multitude d'intégrales qu'on rapportoit à la rectification de l'ellipse & de l'hyperbole, & qui ne dépendent que de celle de l'ellipse. Cette observation m'a fait penser qu'il y auroit de l'avantage à introduire dans le calcul les arcs d'ellipse, à-peu-près comme les arcs de cercle & les logarithmes. D'après les formes que j'ai choisies, je pense que les géomètres trouveront la chose praticable & même commode dans bien des cas. Mais il ne suffit pas d'indiquer un résultat, il faut être en état de l'évaluer avec toute l'approximation nécessaire. Il seroit donc très-avantageux que d'habiles calculateurs prissent la peine de dresser des tables d'arcs d'ellipse avec l'étendue convenable, & qu'ils joignissent en même-temps à chaque arc la valeur du coefficient aux différences partielles, dont on verra que l'usage est très-fréquent. D'abord il faudroit que les géomètres réduisissent le

le calcul des arcs elliptiques aux formules les plus convergentes qu'il est possible ; c'est sur quoi l'on trouvera quelques recherches dans ce Mémoire. Nous donnerons ensuite un essai de la manière d'intégrer par arcs d'ellipse, avec différentes applications qu'on pourroit étendre davantage, en prenant pour exemples les intégrales que M.^{re} Maclaurin & d'Alembert ont ramenées à la rectification des sections coniques.

(I.)

Formule des Arcs d'ellipse.

SOIT 1 le demi-grand axe de l'ellipse, c son excentricité, Fig. 1.
 b ou $\sqrt{1 - c^2}$ la moitié du second axe ; si on prend sur le cercle circonscrit un arc quelconque $DZ = \phi$, & qu'on abaisse la perpendiculaire ZP sur le grand axe, on aura

$$CP(x) = \sin. \phi ;$$

$$PM(y) = b \cos. \phi ,$$

& l'arc $BM = \int d\phi \sqrt{1 - c^2 \sin.^2 \phi}$.

Cette intégrale prise de manière qu'elle s'évanouisse lorsque $\phi = 0$ est une fonction de c & ϕ , qu'on peut désigner par $E(c, \phi)$, ou simplement E . Ainsi, nous aurons

$$E(c, \phi) = \int d\phi \sqrt{1 - c^2 \sin.^2 \phi}.$$

L'angle ϕ est ce que nous appellerons l'amplitude de l'arc E .

Il sera plus commode, dans certains cas, de compter les arcs d'ellipse du grand axe ; alors, si on fait $AZ = \phi$, & qu'on désigne l'arc AM par $F(c, \phi)$, on aura

$$F(c, \phi) = \int d\phi \sqrt{1 - c^2 \cos.^2 \phi} ;$$

cette intégrale commençant lorsque $\phi = 0$.

Mém. 1786.

liii

Le quart d'ellipse AMB sera également désigné par $E(c, 90^\circ)$ ou par $F(c, 90^\circ)$: nous le représenterons par $E \downarrow (c)$, ou simplement $E \downarrow$.

On voit aisément que les arcs d'une ellipse quelconque, se ramèneront toujours à celle dont le demi-grand axe est l'unité, & qu'en faisant $CA = a$, on auroit

$$BM = a E\left(\frac{c}{a}, \varphi\right).$$

(II.)

Valeur des Arcs d'ellipse lorsque l'excentricité n'est pas très-grande.

LORSQUE l'excentricité c ne sera pas trop près de l'unité, la valeur de $E(c, \varphi)$ sera représentée avec toute l'exactitude nécessaire par cette suite :

$$E(c, \varphi) = \varphi$$

$$\begin{aligned} & - \frac{1}{2} c^2 \left(\frac{1}{2} \varphi - \frac{\sin. 2 \varphi}{2^3} \right) \\ & - \frac{1}{2.4} c^4 \left(\frac{1.3}{2.4} \varphi - \frac{4 \sin. 2 \varphi}{2^5} + \frac{\sin. 4 \varphi}{2^{7.2}} \right) \\ & - \frac{1.3}{2.4.6} c^6 \left(\frac{1.3.5}{2.4.6} \varphi - \frac{15 \sin. 2 \varphi}{2^6} + \frac{6 \sin. 4 \varphi}{2^{8.2}} - \frac{\sin. 6 \varphi}{2^{10.3}} \right) \\ & - \frac{1.3.5}{2.4.6.8} c^8 \left(\frac{1.3.5.7}{2.4.6.8} \varphi - \frac{56 \sin. 2 \varphi}{2^7} + \frac{28 \sin. 4 \varphi}{2^{9.2}} - \frac{8 \sin. 6 \varphi}{2^{11.3}} + \frac{\sin. 8 \varphi}{2^{13.4}} \right) \\ & \text{— \&c.} \end{aligned}$$

Les Tables à double entrée étant d'une grande étendue, si on ne peut espérer que cette formule soit calculée pour toutes les valeurs convenables de c & de φ , il seroit au moins fort avantageux qu'on fit une Table des coefficients de c^2, c^4, c^6 , &c. jusqu'à un certain terme, pour toutes les valeurs de φ de minute en minute. Le travail ne seroit pas très-long, & il mettroit à portée de calculer assez promptement un arc d'ellipse quelconque ; il seroit même

très-commode pour ceux qui entreprendroient de calculer des Tables d'arcs d'ellipse dans toute leur étendue.

Pour avoir la valeur de $F(c, \varphi)$, il suffit de changer quelques signes dans la formule précédente, & on aura

$$\begin{aligned} F(c, \varphi) &= \varphi \\ &- \frac{1}{2} c^2 \left(\frac{1}{2} \varphi + \frac{\sin. 2 \varphi}{2^3} \right) \\ &- \frac{1}{2.4} c^4 \left(\frac{1.3}{2.4} \varphi + \frac{4 \sin. 2 \varphi}{2^5} + \frac{\sin. 4 \varphi}{2^{7.2}} \right), \\ &- \frac{1.3}{2.4.6} c^6 \left(\frac{1.3.5}{2.4.6} \varphi + \frac{15 \sin. 2 \varphi}{2^6} + \frac{6 \sin. 4 \varphi}{2^{8.2}} + \frac{\sin. 6 \varphi}{2^{10.3}} \right) \\ &- \&c. \end{aligned}$$

Quant au quart d'ellipse E , il est clair qu'en désignant par π le rapport de la circonférence au diamètre, on aura

$$E = \frac{\pi}{2} \left(1 - \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} c^2 - \frac{1}{2.4} \cdot \frac{1.3}{2.4} c^4 - \frac{1.3}{2.4.6} \cdot \frac{1.3.5}{2.4.6} c^6 \&c. \right)$$

On peut rendre ces formules plus convergentes, en mettant l'intégrale E sous cette forme

$$\sqrt{1 - \frac{1}{2} c^2} \int d\varphi \sqrt{1 + \frac{c^2}{2 - c^2} \cos. 2 \varphi}.$$

Développant cette quantité, & faisant $\frac{c^2}{2 - c^2} = n$, on aura

$$\begin{aligned} \frac{E}{\sqrt{1 - \frac{1}{2} c^2}} &= \varphi \\ &+ \frac{1}{2} n \cdot \frac{\sin. 2 \varphi}{2} \\ &- \frac{1}{2.4} n^2 \left(\frac{1}{2} \varphi + \frac{\sin. 4 \varphi}{2^3} \right) \\ &+ \frac{1.3}{2.4.6} n^3 \left(\frac{3 \sin. 2 \varphi}{2^3} + \frac{\sin. 6 \varphi}{2^{5.3}} \right) \\ &- \frac{1.3.5}{2.4.6.8} n^4 \left(\frac{1.3}{2.4} \varphi + \frac{4 \sin. 4 \varphi}{2^5} + \frac{\sin. 8 \varphi}{2^{7.2}} \right) \\ &+ \frac{1.3.5.7}{2.4.6.8.10} n^5 \left(\frac{10 \sin. 2 \varphi}{2^5} + \frac{5 \sin. 6 \varphi}{2^{7.3}} + \frac{\sin. 10 \varphi}{2^{9.2}} \right) \\ &- \&c. \end{aligned}$$

Iiii ij

De-là résulte, pour le quart d'ellipse, cette suite très-convergente

$$E1 = \frac{\pi}{2} \sqrt{1 - \frac{1}{2} c^2}$$

$$+ \left(1 - \frac{1}{2 \cdot 4} \cdot \frac{1}{c^2} n^2 - \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8} \cdot \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} n^4 - \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 9}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8 \cdot 10 \cdot 12} \cdot \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6} n^6 - \&c\right).$$

La valeur de $F(c, \phi)$ ne différerait de celle de $E(c, \phi)$ que par le signe de n , c'est pourquoi nous nous dispenserons de la rapporter.

(III.)

Valeur des Arcs, lorsque l'ellipse est fort allongée.

Ces formules cessent d'être convergentes, lorsque l'ellipse est tellement allongée que c & n sont presque égales à l'unité. Il faut recourir alors à quelque autre moyen d'approximation, & pour cela nous ferons usage du théorème du comte Fagnani, concernant les arcs d'ellipse dont la différence est assignable en ligne droite.

Si on différencie la quantité

$$V = \frac{\sin. \phi \cos. \phi}{\sqrt{1 - c^2 \sin.^2 \phi}},$$

on aura

$$c^2 dV = d\phi \sqrt{1 - c^2 \sin.^2 \phi} - \frac{(1 - c^2) d\phi}{(1 - c^2 \sin.^2 \phi)^{\frac{3}{2}}}.$$

Soit $\text{tang. } \downarrow = b \text{ tang. } \phi$, on trouvera

$$\frac{b^2 d\phi}{(1 - c^2 \sin.^2 \phi)^{\frac{3}{2}}} = d\downarrow \sqrt{1 - c^2 \cos.^2 \downarrow}.$$

Donc

$$c^2 dV = d\phi \sqrt{1 - c^2 \sin.^2 \phi} - d\downarrow \sqrt{1 - c^2 \cos.^2 \downarrow};$$

& en intégrant

$$E(c, \phi) - F(c, \downarrow) = c^2 V = \frac{c^2 \sin. \phi \cos. \phi}{\sqrt{1 - c^2 \sin.^2 \phi}}.$$

Ainsi, DZ étant un arc quelconque ϕ , si on prend un arc $AR = \psi$, tel que $\text{tang. } \psi = b \text{ tang. } \phi$, la différence des

Fig. 1.

arcs BM, AN sera égale à la ligne droite $\frac{c^2 \sin. \phi \cos. \phi}{\sqrt{(1 - c^2 \sin.^2 \phi)}}$.

Celle-ci n'est autre chose que la différence des tangentes MT, NS ; ainsi on aura

$$BM - AN = MT - NS.$$

Soit $\psi + \phi = 90^\circ$, on aura

$$\text{tang. } \phi = \frac{1}{\sqrt{b}}, \text{ \& tang. } \psi = \sqrt{b}.$$

Prenant donc $\text{tang. } DI = \frac{1}{\sqrt{b}}$ ou $\text{tang. } AI = \sqrt{b}$,

le point I déterminera sur l'ellipse un point très-remarquable K , tel que la différence des arcs BK & KA sera $1 - b$, la même qu'entre les demi-axes CA, CB ; de sorte qu'on aura

$$BK - AK = CA - CB.$$

Cette différence est en même-temps le *maximum* de la quantité $\frac{c^2 \sin. \phi \cos. \phi}{\sqrt{(1 - c^2 \sin.^2 \phi)}}$. On peut remarquer qu'en menant

au point K la tangente bKa , terminée aux deux axes, la partie bK sera égale au demi-grand axe, & la partie aK au demi-petit axe.

Dans les ellipses peu excentriques, le point K sera presque au milieu de l'arc BKA ; dans celles qui sont fort allongées, l'ordonnée KL sera très-près du sommet A , mais moins encore que le foyer.

La formule intégrale $\int d\phi \sqrt{(1 - c^2 \sin.^2 \phi)}$ ne peut plus se développer en suite suffisamment convergente dans toute son étendue. Mais si on lui donne la forme

$$\int d\phi \cos. \phi \sqrt{(1 + b^2 \text{tang.}^2 \phi)},$$

& qu'on n'étende pas l'intégrale au-delà de K , le terme b^2

$\text{tang.}^3 \phi$, qui devient b au point K , fera toujours très-petit par rapport au premier terme 1 : on aura donc cette suite très-convergente ,

$$B M = \int d\phi \cos. \phi \times$$

$$(1 + \frac{1}{2} b^2 \text{tang.}^3 \phi - \frac{1}{2.4} b^4 \text{tang.}^5 \phi + \frac{1.3}{2.4.6} b^6 \text{tang.}^7 \phi - \&c.),$$

qui, étant intégrée suivant les méthodes ordinaires, donne $B M$, ou

$$\begin{aligned} E(c, \phi) = & (\frac{1}{2} b^2 + \frac{1.3}{2.4} \cdot \frac{1}{2} b^4 + \frac{1.3.5}{2.4.6} \cdot \frac{1.3}{2.4} b^6 + \&c.), \\ & \cdot (- \sin. \phi + \log. \frac{1 + \sin. \phi}{\cos. \phi}) + \sin. \phi \\ & - \frac{1}{2.4} \cdot b^4 \sin. \phi \cdot \frac{\text{tang.}^3 \phi}{2} \\ & + \frac{1.3}{2.4.6} b^6 \sin. \phi (\frac{\text{tang.}^5 \phi}{4} - \frac{5}{4} \cdot \frac{\text{tang.}^3 \phi}{2}) \\ & - \frac{1.3.5}{2.4.6.8} b^8 \sin. \phi (\frac{\text{tang.}^7 \phi}{6} - \frac{7}{6} \cdot \frac{\text{tang.}^5 \phi}{4} + \frac{7.5}{6.4} \cdot \frac{\text{tang.}^3 \phi}{2}), \\ & + \&c. \end{aligned}$$

Pour avoir l'arc $B K$, on prendra $\text{tang.} \phi = \frac{1}{\sqrt{b}}$,
& faisant, pour abrégér,

$$H = \frac{1}{2} b^2 + \frac{1.3}{2.4} \cdot \frac{1}{2} b^4 + \frac{1.3.5}{2.4.6} \cdot \frac{1.3}{2.4} b^6 + \&c.$$

$$G = 1$$

$$\begin{aligned} & - \frac{1}{2.4} b^3 \cdot \frac{1}{2} \\ & + \frac{1.3}{2.4.6} b^5 (\frac{1}{4} - \frac{5}{4} \cdot \frac{b}{2}), \\ & - \frac{1.3.5}{2.4.6.8} b^7 (\frac{1}{6} - \frac{7}{6} \cdot \frac{b}{4} + \frac{7.5}{6.4} \cdot \frac{b^2}{2}), \\ & + \&c. \end{aligned}$$

on aura

$$BK = \frac{G}{\sqrt{1+b}} + H\left(-\frac{1}{\sqrt{1+b}} + \log. \frac{1+\sqrt{1+b}}{\sqrt{b}}\right);$$

quantité dans laquelle, au lieu de

$$-\frac{1}{\sqrt{1+b}} + \log. \frac{1+\sqrt{1+b}}{\sqrt{b}},$$

on pourra mettre la suite régulière

$$\log. \left(\frac{1}{\sqrt{b}}\right) = 1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{b}{2} - \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} \cdot \frac{b^2}{4} + \frac{3 \cdot 5 \cdot 7}{2 \cdot 4 \cdot 6} \cdot \frac{b^3}{6} - \&c.$$

Maintenant le quart d'ellipse $E_1(c)$ sera $2BK - 1 + b$,
puisque la différence des arcs BK , AK est $1 - b$;
donc

$$E_1(c) = \frac{2G}{\sqrt{1+b}} - 1 + b + 2H\left(-\frac{1}{\sqrt{1+b}} + \log. \frac{1+\sqrt{1+b}}{\sqrt{b}}\right),$$

Si on développe cette quantité suivant les puissances de b , qui sont extrêmement petites dans l'hypothèse de l'ellipse très allongée, on aura, en négligeant les termes de l'ordre b^4 seulement

$$E_1(c) = 1 - \frac{1}{4} b^2 - \frac{13}{64} b^4 - \frac{9}{64} b^6 \\ + \left(\frac{1}{2} b^2 + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} \cdot \frac{1}{2} b^4 + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6} \cdot \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} b^6 + \&c.\right) \log. \frac{4}{b};$$

or, il est à remarquer que les deux suites qui entrent dans cette expression, ne contiennent que des puissances paires de b , & voici comment on peut s'en assurer *a priori*.

L'intégrale $\int d\phi \cos. \phi \sqrt{1 + b^2 \tan^2 \phi}$, en tant qu'elle représente le quart d'ellipse, peut être considérée comme composée de deux parties; la première, depuis $\phi = 0$ jusqu'à $\tan. \phi = \frac{1}{b}$, la seconde, depuis $\tan. \phi = \frac{1}{b}$ jusqu'à $\tan. \phi = \infty$.

La première partie se déterminera par la formule, page 622, & c'est le plus grand arc qu'on puisse tirer de cette formule; or puisque nous avons

$$\text{tang. } \varphi = \frac{1}{b}, \quad \sin. \varphi = \frac{1}{\sqrt{1+b^2}}, \quad \text{cof. } \varphi = \frac{b}{\sqrt{1+b^2}};$$

& que la quantité

$$-\sin. \varphi \mp \log. \left(\frac{1 + \sin. \varphi}{\text{cof. } \varphi} \right)$$

devient

$$\log. \left(\frac{1}{b} \right) - 1 \mp \frac{1}{2} \cdot \frac{b^2}{2} - \frac{3 \cdot 5}{2 \cdot 4} \cdot \frac{b^4}{4} \mp \&c.$$

il est clair que l'arc $E(c, \varphi)$ se réduit dans ce cas à une fonction paire de b ; car on peut considérer comme telle $\log. \frac{1}{b}$.

La seconde partie de

$$\int d\varphi \text{ cof. } \varphi \sqrt{1 + b^2 \text{ tang.}^2 \varphi}$$

devant être prise depuis $\text{tang. } \varphi = \frac{1}{b}$, jusqu'à $\text{tang. } \varphi = \frac{x}{b}$;

je fais $\text{tang. } \varphi = \frac{x}{b}$, & j'ai l'intégrale

$$\int \frac{b^2 dx \sqrt{1 + x^2}}{(1 + b^2 x^2)^{\frac{3}{2}}}$$

à prendre, depuis $x = 0$ jusqu'à $x = 1$; or la quantité

$$(1 + b^2 x^2)^{-\frac{3}{2}}$$

se change en cette suite très-convergente

$$1 - \frac{3}{2} b^2 x^2 + \frac{3 \cdot 5}{2 \cdot 4} b^4 x^4 - \&c;$$

il est donc clair que le résultat de l'intégration sera encore une fonction paire de b .

Donc le quart d'ellipse entier E_1 est une fonction paire de b , & les suites qui l'expriment en sont d'autant plus convergentes. On peut donc simplifier la valeur de

E_1

E 1 page 623, en omettant toutes les puissances impaires de *b* ; mais nous donnerons ci-dessous un moyen encore plus simple de parvenir à la loi de cette expression.

Il est facile maintenant d'évaluer, dans tous les cas ; l'arc ou la fonction $E(c, \varphi)$, lorsque l'ellipse est fort allongée. Si on a $\text{tang. } \varphi < \frac{1}{\sqrt{b}}$, la formule (page 622) don-

nera immédiatement la valeur de *E*. Si on a $\text{tang. } \varphi > \frac{1}{\sqrt{b}}$; il faudra calculer l'arc *BN* par son complément *AN* au quart d'ellipse, & celui-ci par l'arc *BM*, qui en diffère d'une ligne droite connue. On fera donc alors

$$\text{tang. } \varphi' = \frac{1}{b} \cot. \varphi,$$

& on aura l'arc *BN*, ou

$$E(c, \varphi) = E_1(c) - E(c, \varphi') + \frac{c^2 \sin. \varphi' \cos. \varphi'}{\sqrt{(1 - c^2 \sin.^2 \varphi')}}.$$

(IV.)

Des différentielles les plus simples qui s'intègrent par des arcs d'ellipse.

LES formules qui se rapportent le plus immédiatement à la rectification de l'ellipse, sont d'abord celles-ci :

$$\int d\varphi \sqrt{(1 - c^2 \sin.^2 \varphi)} = E(c, \varphi)$$

$$\int d\varphi \sqrt{(1 - c^2 \cos.^2 \varphi)} = F(c, \varphi).$$

Les deux intégrales sont supposées commencer lorsque $\varphi = 0$; la première est un arc d'ellipse compté depuis le petit axe, la seconde un arc d'ellipse qui a son origine au grand axe. On pourroit ne point introduire deux fonctions *E, F*, puisqu'il est évident qu'on a

$$F(c, \varphi) = E(c, 90^\circ) - E(c, 90^\circ - \varphi);$$

mais le calcul pourra être plus commode en les admettant toutes deux.

Mém. 1786.

Kkkk

Ces premières formules en donnent deux autres que voici :

$$\int d\phi \sqrt{1 + \frac{c^2}{1-c^2} \cos^2 \phi} = \frac{1}{\sqrt{1-c^2}} \cdot E(c, \phi).$$

$$\int d\phi \sqrt{1 + \frac{c^2}{1-c^2} \sin^2 \phi} = \frac{1}{\sqrt{1-c^2}} \cdot F(c, \phi).$$

De-là, il est facile d'intégrer la formule

$$\int d\phi \sqrt{f + g \sin^2 \phi},$$

ainsi que

$$\int d\phi \sqrt{f + g \cos^2 \phi},$$

qui revient au même, quels que soient les valeurs & les signes de f & de g . Cependant la formule

$$\int d\phi \sqrt{g \cos^2 \phi - f},$$

dans laquelle il faut supposer $g > f$, si l'intégrale commence lorsque $\phi = 0$, ne paroît pas se ramener immédiatement à l'une de nos quatre formules générales. Il en est de même de l'intégrale

$$\int d\phi \sqrt{f - g \sin^2 \phi},$$

g étant plus grand que f . Mais ces deux cas ne sont pas différens l'un de l'autre, & on va voir qu'il ne faut qu'une substitution pour les ramener aux arcs d'ellipse. Si l'intégration n'est pas immédiate, c'est qu'alors l'angle ϕ n'a qu'une valeur limitée; au lieu que dans les formules fondamentales l'angle ϕ peut être de plusieurs circonférences, & la fonction $E(c, \phi)$ représente toujours l'arc d'ellipse correspondant à celui du cercle circonscrit.

Soit donc $f = g \cos^2 \alpha$, la formule $\int d\phi \sqrt{g \cos^2 \phi - f}$ deviendra

$$\sqrt{g} \cdot \int d\phi \sqrt{\cos^2 \phi - \cos^2 \alpha}.$$

Ainsi la limite de ϕ est α ; soit $\sin. \phi = \sin. \alpha \sin. \downarrow$, l'angle \downarrow n'aura plus de limites, & on aura

$$\int d\phi \sqrt{\cos^2 \phi - \cos^2 \alpha} = \int \frac{d\downarrow \cos^2 \alpha \downarrow \sin^2 \alpha}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha \sin^2 \downarrow}}.$$

Mettant c à la place de $\sin. \alpha$, on aura

$$\int \frac{c^2 d\psi \cos^2 \psi}{\sqrt{(1-c^2 \sin^2 \psi)}} = c^2 \int d\psi \sqrt{(1-c^2 \sin^2 \psi)} \\ - (1-c^2) \int \frac{c^2 d\psi \sin^2 \psi}{\sqrt{(1-c^2 \sin^2 \psi)}}.$$

La quantité

$$\int d\psi \sqrt{(1-c^2 \sin^2 \psi)}$$

est représentée par $E(c, \psi)$, & par conséquent

$$\int \frac{-c d\psi \sin^2 \psi}{\sqrt{(1-c^2 \sin^2 \psi)}}$$

l'est par $\frac{dE}{dc}$. Donc on aura

$$\int d\phi \sqrt{(\cos^2 \phi - \cos^2 \alpha)} = c^2 E(c, \psi) + (1-c^2) c \frac{dE}{dc}.$$

Je considère maintenant la différentielle

$$(\sin. \phi)^{2i} (\cos. \phi)^{2k} d\phi (1-c^2 \sin^2 \phi)^{\frac{2m+1}{2}};$$

dans laquelle i & k sont des entiers positifs, m un entier positif ou négatif. Il est clair que l'intégrale de cette formule sera connue, si on a en général celle de

$$d\phi (1-c^2 \sin^2 \phi)^{\frac{2m+1}{2}};$$

soit

$$1-c^2 \sin^2 \phi = \Delta^2;$$

& on trouve par les méthodes ordinaires

$$(c^2)^{2m+1} \dots (2m+1) f d\phi \cdot \Delta^{2m+1} = 2m(1-c^2) f d\phi \cdot \Delta^{2m-1} \\ - (2m-1)(1-c^2) f d\phi \cdot \Delta^{2m-2} + c^2 \Delta^{2m-1} \sin. \phi \cos. \phi$$

Kkkk ij

Il suffit donc de connoître les deux intégrales

$$\int \Delta d\varphi, \int \frac{d\varphi}{\Delta}$$

pour avoir en général $\int \Delta^{m+1} d\varphi$, ainsi que $\int \frac{d\varphi}{\Delta^{m+1}}$.

Or on a

$$\int \Delta d\varphi = E(c, \varphi),$$

$$\int \frac{d\varphi}{\Delta} = E - c \frac{dE}{dc},$$

$$\int \frac{d\varphi}{\Delta^2} = E - c \frac{dE}{dc} - c^2 \frac{d^2 E}{dc^2},$$

$$\int \frac{d\varphi}{\Delta^3} = E - c \frac{dE}{dc} - 2c^2 \frac{d^2 E}{dc^2} - \frac{1}{3} c^3 \frac{d^3 E}{dc^3}$$

&c.

formules qui suivent toutes de la première, en différenciant par rapport à c , & substituant au lieu de $\frac{d\Delta}{dc}$ sa valeur $\frac{\Delta^2 - 1}{c\Delta}$.

Mais j'observe qu'on peut éviter d'avoir, dans ces formules, les différences partielles de E au-delà du premier ordre. En effet, la formule (a'), donne

$$\int \Delta d\varphi = (1 - c^2) \int \frac{d\varphi}{\Delta^2} + \frac{c^2 \sin \varphi \cos \varphi}{\Delta};$$

ainsi on a entre E, c, φ l'équation remarquable

$$(b') \dots (1 - c^2) \frac{d^2 E}{dc^2} + \frac{1 - c^2}{c} \cdot \frac{dE}{dc} + E - \frac{\sin \varphi \cos \varphi}{\Delta} = 0,$$

au moyen de laquelle on pourra toujours éliminer les différences partielles de E au-delà du premier ordre.

Je conclus qu'en général les formules

$$\int \Delta^{m+1} d\varphi, \int \frac{d\varphi}{\Delta^{m+1}}$$

sont réducibles à la forme $\alpha E + \zeta \frac{dE}{dc} + \xi$, α & ζ ne

dépendant que de c , & ξ étant une fonction algébrique de c & de $\sin. \varphi$. Voici quelques-unes des valeurs les plus simples de ces formules.

$$\int \Delta d\varphi = E.$$

$$\int \frac{d\varphi}{\Delta} = E - c \frac{dE}{dc}.$$

$$\int \Delta^3 d\varphi = \left(1 - \frac{1}{3}c^2\right)E + \frac{c(1-c^2)}{3} \cdot \frac{dE}{dc} \\ + \frac{c^3}{3} \cdot \Delta \sin. \varphi \cos. \varphi.$$

$$\int \frac{d\varphi}{\Delta^3} = \frac{1}{1-c^2} E - \frac{c^3}{1-c^2} \cdot \frac{\sin. \varphi \cos. \varphi}{\Delta}.$$

$$\int \Delta^5 d\varphi = \frac{15-11c^2+4c^4}{15} E + \frac{4c(1-c^2)(2-c^2)}{15} \cdot \frac{dE}{dc} \\ + \frac{4c^3(2-c^2)}{15} \Delta \sin. \varphi \cos. \varphi + \frac{c^5}{5} \Delta^3 \sin. \varphi \cos. \varphi.$$

$$\int \frac{d\varphi}{\Delta^5} = \frac{3-c^2}{3(1-c^2)^3} \cdot E + \frac{c}{3(1-c^2)} \cdot \frac{dE}{dc} \\ - \frac{2c^3(2-c^2)}{3(1-c^2)^3} \cdot \frac{\sin. \varphi \cos. \varphi}{\Delta} - \frac{c^5}{3(1-c^2)} \cdot \frac{\sin. \varphi \cos. \varphi}{\Delta^3},$$

&c.

Il faudra faire attention, dans l'application de ces formules, aux limites de l'intégrale; car si l'angle φ , à l'une des limites dépend de c d'une manière quelconque,

$\frac{dE}{dc}$ prise en supposant φ constant, doit être augmentée de $\frac{dE}{d\varphi} \cdot \frac{d\varphi}{dc}$ ou de $\Delta \frac{d\varphi}{dc}$.

L'équation (b') à laquelle nous sommes parvenus, page 628, mérite que nous en tirions quelque conséquence. Si on fait $\varphi = 90^\circ$, elle conviendra au quart d'ellipse, & on aura

$$(1 - c^2) \frac{dE}{dc^2} + \frac{1-c^2}{c} \frac{dE}{dc} + E = 0:$$

équation qui d'ailleurs se vérifieroit aisément par la for-

mule de l'article II. On peut aussi la mettre sous cette forme

$$(1 - b^2) \frac{dE_1}{db^2} - \left(\frac{1 + b^2}{b} \right) \frac{dE_1}{db} + E_1 = 0;$$

& alors on en tire une démonstration très-simple de la proposition de l'article III, savoir, que le développement de E_1 ne doit donner aucune puissance impaire de b : car soit b^m la moindre puissance impaire comprise dans E_1 , il faudroit que $m(m-1)b^{m-2} - mb^{m-2}$ se détruisît, ce qui ne peut être qu'en supposant $m = 0$, ou $m = 2$. Donc m ne peut pas être impair.

Nous connoissons la forme de la suite égale à E_1 , lorsque l'ellipse est très-alongée, il sera facile, par l'équation précédente, d'avoir la loi de ses coefficients. Voici celle qui m'a paru la plus simple :

$$\begin{aligned} E_1 = 1 + (b^2 + \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{2} b^4 + \frac{3 \cdot 5}{4 \cdot 6} \cdot \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} b^6 + \frac{3 \cdot 5 \cdot 7}{4 \cdot 6 \cdot 8} \cdot \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6} b^8 + \&c.) \log. \frac{2}{\sqrt{1-b^2}} \\ - b^2 \cdot \frac{1}{4} \\ - \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{2} b^4 \left(\frac{7}{12} - \frac{1}{2 \cdot 3 \cdot 4} \right) \\ - \frac{3 \cdot 5}{4 \cdot 6} \cdot \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} b^6 \left(\frac{13}{20} - \frac{1}{2 \cdot 3 \cdot 4} - \frac{1}{4 \cdot 5 \cdot 6} \right) \\ - \frac{3 \cdot 5 \cdot 7}{4 \cdot 6 \cdot 8} \cdot \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6} b^8 \left(\frac{19}{28} - \frac{1}{2 \cdot 3 \cdot 4} - \frac{1}{4 \cdot 5 \cdot 6} - \frac{1}{6 \cdot 7 \cdot 8} \right) \\ - \&c. \end{aligned}$$

Je reviens aux intégrales qui dépendent des arcs d'ellipse. On peut intégrer en général les formules

$$\frac{\Delta^{2m+1} d\phi}{\cos^{2m} \phi}, \quad \frac{\Delta^{-2m-1} d\phi}{\cos^{2m} \phi};$$

& d'abord on peut les ramener aux formules

$$\frac{\Delta d\phi}{\cos^{2m} \phi}, \quad \frac{d\phi}{\Delta \cos^{2m} \phi};$$

ou simplement à la dernière ; car on a

$$\int \frac{\Delta^{2m+1} d\varphi}{\text{cof.}^{2m} \varphi} = (1 - c^2) \int \frac{\Delta^{2m+1} d\varphi}{\text{cof.}^{2m} \varphi} + c^2 \int \frac{\Delta^{2m+1} d\varphi}{\text{cof.}^{2m-2} \varphi}$$

$$\int \frac{d\varphi}{\Delta^{2m+1} \text{cof.}^{2m} \varphi} = \frac{1}{1-c^2} \int \frac{d\varphi}{\Delta^{2m+1} \text{cof.}^{2m} \varphi} - \frac{c^2}{1-c^2} \int \frac{d\varphi}{\Delta^{2m+1} \text{cof.}^{2m-2} \varphi}.$$

Les cas les plus simples des formules $\frac{\Delta d\varphi}{\text{cof.}^{2m} \varphi}$, $\frac{d\varphi}{\Delta \text{cof.}^{2m} \varphi}$ se réduiront ainsi :

$$\int \Delta d\varphi = E, \int \frac{\Delta d\varphi}{\text{cof.}^2 \varphi} = -c \frac{dE}{dc} + \frac{\Delta \sin \varphi}{\text{cof.} \varphi}$$

$$\int \frac{d\varphi}{\Delta} = E - c \frac{dE}{dc}, \int \frac{d\varphi}{\Delta \text{cof.}^2 \varphi} = \frac{-c^2}{1-c^2} E - c \frac{dE}{dc} + \frac{\Delta \text{tang.} \varphi}{1-c^2}.$$

On aura les cas plus composés par les formules suivantes :

$$\int \frac{d\varphi}{\Delta \text{cof.}^{2m+2} \varphi} = \frac{2m(1-c^2)}{(2m+1)(1-c^2)} \int \frac{d\varphi}{\Delta \text{cof.}^{2m} \varphi}$$

$$+ \frac{(2m-1)c^2}{(2m+1)(1-c^2)} \int \frac{d\varphi}{\Delta \text{cof.}^{2m-2} \varphi} + \frac{\Delta \text{tang.} \varphi}{(2m+1)(1-c^2) \text{cof.}^{2m} \varphi}$$

$$\int \frac{\Delta d\varphi}{\text{cof.}^{2m+2} \varphi} = (1-c^2) \int \frac{d\varphi}{\Delta \text{cof.}^{2m} \varphi}$$

$$+ c^2 \int \frac{d\varphi}{\Delta \text{cof.}^{2m-2} \varphi}.$$

Considérons maintenant les différentielles de la forme

$$\text{cof.}^n \theta d\theta (1 + a \text{cof.} \theta)^{\frac{2m+1}{2}},$$

n étant positif, & $2m+1$ pouvant être positif ou négatif. L'intégrale de ces quantités se réduira toujours à celle de

$$d\theta (1 + a \text{cof.} \theta)^{\frac{2m+1}{2}};$$

or, en faisant

$$1 + a \text{cof.} \theta = R^2,$$

on a

$$(2m+1) \int R^{2m+1} d\theta = 4m \int R^{2m-1} d\theta - (2m-1) \cdot (1-\alpha^2) \int R^{2m-3} d\theta + 2\alpha R^{2m-1} \sin\theta;$$

donc les formules

$$\int R^{2m+1} d\theta, \int \frac{d\theta}{R^{2m+1}},$$

se ramèneront toujours facilement à celles-ci ;

$$\int R d\theta, \int \frac{d\theta}{R}.$$

La question étant ainsi simplifiée, examinons les différens cas qui peuvent se rencontrer.

1.° Si α est positif & plus petit que l'unité, on fera

$$\frac{\alpha}{1+\alpha} = c^2; \text{ \& mettant } \int R d\theta \text{ sous la forme}$$

$$2\sqrt{1+\alpha} \cdot \int \frac{1}{2} d\theta \sqrt{1-c^2 \sin^2 \frac{\theta}{2}},$$

il est clair qu'on aura

$$\int d\theta \sqrt{1+\alpha \cos\theta} = 2\sqrt{1+\alpha} \cdot E(c, \frac{1}{2}\theta)$$

$$\int \frac{d\theta}{\sqrt{1+\alpha \cos\theta}} = \frac{1}{\sqrt{1+\alpha}} \cdot (E - c \frac{dE}{dc});$$

intégrales qui sont prises, comme toutes les précédentes, de manière qu'elles s'évanouissent lorsque $\theta = 0$.

2.° Si α est négatif & plus petit que l'unité, on donnera à la quantité

$$\int d\theta \sqrt{1-\alpha \cos\theta},$$

la forme

$$2\sqrt{1+\alpha} \int \frac{1}{2} d\theta \sqrt{1-c^2 \cos^2 \frac{1}{2}\theta}$$

en prenant $c^2 = \frac{\alpha}{1+\alpha}$.

Alors

$$\int \frac{1}{2} d\theta \sqrt{1-c^2 \cos^2 \frac{1}{2}\theta}$$

se

se rapporteroit directement à un arc d'ellipse compté depuis le grand axe, & on auroit

$$\int d\theta \sqrt{1 - a \cos. \theta} = 2 \sqrt{1 + a} \cdot F(c, \frac{1}{2} \theta)$$

$$\int \frac{d\theta}{\sqrt{1 - a \cos. \theta}} = \frac{2}{\sqrt{1 + a}} \cdot (F - c \frac{dF}{dc}).$$

Si l'on veut ne faire usage que des arcs d'ellipse comptés depuis le petit axe, on fera $\text{tang.} \frac{1}{2} \theta = \sqrt{1 - c^2} \cdot \text{tang.} \varphi$; & on aura

$$\int d\theta \sqrt{1 - a \cos. \theta} = 2 \sqrt{1 + a} \cdot [E(c, \varphi) - \frac{c^2 \sin. \varphi \cos. \varphi}{\sqrt{1 - c^2 \sin.^2 \varphi}}]$$

$$\int \frac{d\theta}{\sqrt{1 - a \cos. \theta}} = \frac{2}{\sqrt{1 + a}} \cdot (E - c \frac{dE}{dc}).$$

3.^o Si a est plus grand que l'unité, on fera comme au n.^o 2,

$$c^2 = \frac{1 + a}{2a}, \sin. \frac{1}{2} \theta = c \sin. \varphi,$$

& on aura,

$$\int d\theta \sqrt{1 + a \cos. \theta} = 2c \sqrt{1 + a} \int \frac{d\varphi \cos.^2 \varphi}{\sqrt{1 - c^2 \sin.^2 \varphi}};$$

&

$$\int \frac{d\theta}{\sqrt{1 + a \cos. \theta}} = \frac{2c}{\sqrt{1 + a}} \int \frac{d\varphi}{\sqrt{1 - c^2 \sin.^2 \varphi}};$$

Donc, suivant les formules ci-dessus,

$$\int d\theta \sqrt{1 + a \cos. \theta} = 2c \sqrt{1 + a} \cdot [E(c, \varphi) + \frac{1 - c^2}{c} \cdot \frac{dE}{dc}]$$

$$\int \frac{d\theta}{\sqrt{1 + a \cos. \theta}} = \frac{2c}{\sqrt{1 + a}} \cdot (E - c \frac{dE}{dc}).$$

4.^o Enfin, il faut considérer le cas de $\int d\theta \sqrt{a \cos. \theta - 1}$, en supposant $a > 1$. Ce cas est entièrement semblable au précédent; & si l'on fait

$$c^2 = \frac{a - 1}{2a}, \sin. \frac{1}{2} \theta = c \sin. \varphi,$$

Mém. 1786.

LIII

on aura,

$$\int d\theta \sqrt{a \cos \theta - 1} = 2c \sqrt{a - 1} \cdot [E(c, \varphi) + \frac{1-c^2}{c} \cdot \frac{dE}{dc}]$$

$$\int \frac{d\theta}{\sqrt{a \cos \theta - 1}} = \frac{2c}{\sqrt{a - 1}} \cdot (E - c \frac{dE}{dc}) ;$$

d'où se déduiroit généralement l'intégrale de

$$\cos^n \theta d\theta (a \cos \theta - 1)^{\pm \frac{2n+1}{2}}$$

n étant positif.

(V.)

Rectification de l'hyperbole par l'ellipse.

Fig. 2.

SOIT l'excentricité $CA = 1$, le demi-axe transverse $CF = c$, le demi-axe conjugué

$$CB = b = \sqrt{1 - c^2},$$

l'abscisse $CP' = \frac{c}{\cos \varphi}$, l'ordonnée $P'M = b \tan \varphi$;

on aura l'arc

$$FM' = \int \frac{d\varphi}{\cos^2 \varphi} \sqrt{1 - c^2 \cos^2 \varphi},$$

quantité qui s'intègre par les méthodes précédentes.

Décrivons une ellipse AMB qui soit telle, par rapport à l'hyperbole FM' , que le sommet de l'une soit le foyer de l'autre ; prenons de plus $CX = CP'$, afin de déterminer sur l'ellipse l'arc AM , qui réponde à la même valeur de φ que l'arc hyperbolique FM' ; on aura

$$AM \text{ ou } F = \int d\varphi \sqrt{1 - c^2 \cos^2 \varphi},$$

& de-là

$$FM' = \tan \varphi \sqrt{1 - c^2 \cos^2 \varphi} - c^2 F - b^2 c \frac{dF}{dc} ;$$

quantité où la partie algébrique

$$\text{tang. } \phi \sqrt{1 - c^2 \cos^2 \phi},$$

représente la tangente en M' ou en M terminée au premier axe. Il est donc évident que la rectification de l'hyperbole dépend de celle de l'ellipse, & n'offre point de transcendante particulière.

La différence entre l'arc infini FMQ & son asymptote CO , est égale à la quantité

$$c^2 E 1 + b^2 c \frac{dE 1}{dc}, \text{ ou à } \int \frac{c^2 d\phi \sin^2 \phi}{\sqrt{1 - c^2 \cos^2 \phi}}.$$

Cette intégrale étant prise depuis $\phi = 0$, jusqu'à $\phi = 90^\circ$;

en faisant $\frac{c^2}{2 - c^2} = n$, cette intégrale sera

$$\frac{\pi c \sqrt{2n}}{4} \left\{ \begin{aligned} &1 + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} n + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8} n^3 + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} n^5 + \dots \\ &- \frac{1}{2} n - \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6} n^3 - \dots \end{aligned} \right\}.$$

Par exemple, dans l'hyperbole équilatère, $n = \frac{1}{3}$, & la somme de cette suite est à peu-près 0,5992 c . Donc la différence entre l'asymptote & la courbe est un peu moindre que les $\frac{1}{3}$ du demi-axe.

Nous savons que sur chaque point M de l'ellipse, il y a un point correspondant N tel que la différence des arcs KM , KN est assignable en ligne droite, & qu'on a

$$KM - KN = 1 - b - \frac{c^2 \sin \phi \cos \phi}{\sqrt{1 - c^2 \cos^2 \phi}}.$$

On trouvera de même sur l'hyperbole trois points M', K', N' correspondans aux points MKN sur l'ellipse, en prenant les abscisses CP', CL', CQ' égales aux lignes CX, CH, CY respectivement. Alors les valeurs de ϕ seront les mêmes aux points correspondans, & il est aisé de voir que les tangentes en M', K', N' seront égales aux tangentes en M, K, N , terminées les unes & les autres au premier

axe. Cela posé, la différence des arcs $M'K'$, $K'N'$ sera aussi assignable en ligne droite, & on aura

$$M'K' - K'N' = \frac{\sqrt{(1 - e^2 \cos^2 \varphi)}}{\sin \varphi \cos \varphi} - 1 - b,$$

formule qui pourroit se déduire de la précédente pour l'ellipse, & de la valeur générale d'un arc hyperbolique; mais qu'il est plus simple de démontrer directement par la différenciation.

Remarquons encore qu'au point K' , on a

$$\text{tang. } \varphi = \sqrt{b}, CL' = (1 + b) \sqrt{(1 - b)}, L'K' = b \sqrt{b},$$

& que la tangente en K' étant égale à b comme au point K de l'ellipse, cette tangente est moyenne proportionnelle entre les tangentes aux points M' & N' , de même que l'ordonnée $L'K'$ est moyenne proportionnelle entre les ordonnées $P'M'$, $Q'N'$.

Enfin, si on appelle D la différence déterminée ci-dessus entre l'asymptote & la courbe, on aura

$$FK' = \frac{1 + b - D}{2}.$$

Réciproquement, cette différence D est égale à la somme des demi-axes de l'ellipse, moins deux fois l'arc FK' .

Pour plus d'uniformité, il est bon de donner aussi l'expression d'un arc d'hyperbole FM' , par le moyen de l'arc d'ellipse BN compté depuis le petit axe. Soit donc l'ordonnée $P'M' = b^2 \text{ tang. } \varphi$, φ étant l'amplitude du nouvel arc

$$BN = E = \int d\varphi \sqrt{(1 - e^2 \sin^2 \varphi)},$$

on trouvera l'arc d'hyperbole

$$FM' = \int \frac{b^2 d\varphi}{\cos^2 \varphi \sqrt{(1 - e^2 \sin^2 \varphi)}},$$

& par les formules ci-dessus,

$$FM' = \text{tang. } \varphi \sqrt{(1 - e^2 \sin^2 \varphi)} - e^2 E - b^2 e \frac{dE}{d\varphi}$$

expression où la partie algébrique

$$\text{tang. } \varphi \sqrt{1 - c^2 \sin. \varphi^2}$$

représente la tangente de l'arc d'ellipse terminée au petit axe.

(V I .)

Application à d'autres exemples.

Soit L la longueur d'un pendule, H la hauteur due à la plus grande vitesse, φ l'angle dont il s'est écarté de la verticale au bout du temps t , la gravité $= 1$; on aura

$$t = \int \frac{\frac{1}{2} d\varphi \sqrt{L}}{\sqrt{\frac{H}{L} - \sin.^2 \frac{1}{2} \varphi}};$$

il y a donc deux cas à considérer, selon que $\frac{H}{L}$ sera plus grand ou plus petit que l'unité.

Dans le premier cas, il est clair que le corps tournera toujours dans le même sens, & aura dans ses révolutions successives la même vitesse aux mêmes points de la circonférence; soit $\frac{H}{L} = c^2$, on aura

$$t = c \sqrt{L} \int \frac{\frac{1}{2} d\varphi}{\sqrt{1 - c^2 \sin.^2 \frac{\varphi}{2}}} = c \sqrt{L} \left[E\left(c, \frac{\varphi}{2}\right) - c \frac{dE}{dc} \right];$$

L'arc elliptique $E\left(c, \frac{\varphi}{2}\right)$ augmentera indéfiniment avec le temps, & la durée d'une révolution fera

$$2 c \sqrt{L} \left[E 1 (c) - c \frac{dE 1}{dc} \right].$$

Dans le second cas qui est proprement celui des oscillations, on fera

$$\frac{H}{L} = c^2, \sin. \frac{1}{2} \varphi = c \sin. \psi,$$

& on aura

$$t = \sqrt{L} \int \frac{d\psi}{\sqrt{(1 - c^2 \sin^2 \psi)}} = \sqrt{L} [E(c, \psi) - c \frac{dE}{dc}].$$

Donc la durée d'une oscillation sera

$$2 \sqrt{L} [E(1/c) - c \frac{dE}{dc}].$$

On voit que ces deux cas considérés analytiquement, ne diffèrent pas l'un de l'autre, puisque les formules finales sont de la même forme; d'où résulte cette conclusion.

Fig. 2.

Soient deux pendules de longueur L , qui, en partant de la verticale CA aient des vitesses dues aux hauteurs H, H' , l'une plus grande que le diamètre $2L$, l'autre plus petite dans le même rapport, en sorte que $\frac{H}{L} = \frac{H'}{L} = c$.

Si on prend les deux arcs AM & AN tels que

$$\sin. \frac{1}{2} AN = c \sin. \frac{1}{2} AM,$$

les temps employés à parcourir les arcs AM & AN par ces deux pendules, seront entr'eux :: $c : 1$. Donc, le temps d'une révolution du premier, & le temps d'une oscillation du second seront dans le même rapport de c à 1 .

Il est démontré que l'attraction des sphéroïdes, considérée de la manière la plus générale, ne dépend que de l'intégrale

$$\int \frac{z^2 dz}{\sqrt{(1 - c^2 z^2)(1 - \gamma^2 z^2)}},$$

prise depuis $z = 0$, jusqu'à $z = 1$, les quantités c & γ étant plus petites que l'unité, & pouvant être supposées positives.

Pour obtenir cette intégrale par les méthodes précédentes, soit γ la moindre des quantités c, γ ; faisons

$$\frac{\gamma}{c} = c^2 \text{ \& } z \sqrt{c} = \sin. \varphi,$$

on aura la transformée

$$\frac{1}{c^2 \sqrt{c}} \int \frac{d\varphi \sin^2 \varphi}{\sqrt{(1 - c^2 \sin^2 \varphi)}};$$

d'où résulte

$$\int \frac{z^2 dz}{\sqrt{(1 - \epsilon^2 z^2)(1 - \gamma^2 z^2)}} = - \frac{1}{\epsilon^2 \sqrt{\epsilon}} \cdot \frac{dE}{dc}.$$

Enfin, pour dernier exemple, nous nous proposerons de ramener à la rectification de l'ellipse la formule générale,

$$\int \frac{dz}{\sqrt{(A + Bz^2 + Cz^4)}};$$

il faut, pour cela, considérer différens cas.

1.^o Si les facteurs de $A + Bz^2 + Cz^4$ sont tous imaginaires, & qu'on représente cette quantité par

$$a^2 + 2a\epsilon z^2 \cos. \theta + \epsilon^2 z^4,$$

on fera

$$a + \epsilon z^2 = \frac{z\sqrt{1+\epsilon}}{\sin. \varphi}, \quad \sin. \frac{1}{2}\theta = \epsilon,$$

& on aura

$$\frac{dz}{\sqrt{(A + Bz^2 + Cz^4)}} = \frac{1}{\sqrt{1+\epsilon}} \cdot \frac{d\varphi}{\sqrt{(1 - \epsilon^2 \sin.^2 \varphi)}},$$

dont l'intégrale est à l'ordinaire,

$$\frac{1}{\sqrt{(1+\epsilon)}} \cdot [E(c, \varphi) - \epsilon \frac{dE}{dc}].$$

2.^o Supposons

$$A + Bz^2 + Cz^4 = a^2(1 + \epsilon^2 z^2)(1 - \gamma^2 z^2),$$

on aura à intégrer la formule

$$\frac{dz}{\sqrt{(1 + \epsilon^2 z^2)(1 - \gamma^2 z^2)}};$$

soit $\gamma z = \sin. \varphi$, cette formule deviendra

$$\frac{d\varphi}{\sqrt{(\gamma^2 + \epsilon^2 \sin.^2 \varphi)}},$$

que l'on fait intégrer.

3.^o Supposons

$$A + Bz^2 + Cz^4 = a^2(1 + \epsilon^2 z^2)(z^2 - \gamma^2);$$

640 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE
la formule à intégrer sera,

$$\frac{dz}{\sqrt{(1 + \zeta^2 z^2)(z^2 - \gamma^2)}};$$

& on voit que l'intégrale ne peut commencer que lorsque
 $z = \gamma$. Soit donc $z = \frac{\gamma}{\cos \varphi}$, & on aura la transformée

$$\frac{d\varphi}{\sqrt{(1 + \zeta^2 \gamma^2 - \sin^2 \varphi)}}, \text{ ou } \frac{c d\varphi}{\sqrt{(1 - \zeta^2 \sin^2 \varphi)}},$$

en faisant $\zeta^2 = \frac{1}{1 + \zeta^2 \gamma^2}$.

4.^o Soit

$A + Bz^2 + Cz^4 = a^2(1 + \zeta^2 z^2)(1 + \gamma^2 z^2)$,
en sorte qu'on ait à intégrer

$$\frac{dz}{\sqrt{(1 + \zeta^2 z^2)(1 + \gamma^2 z^2)}}.$$

Supposant $\zeta < \gamma$, on fera $z = \frac{1}{\gamma} \operatorname{tang} \varphi$, & on aura
pour transformée

$$\frac{d\varphi}{\sqrt{(\gamma^2 - \zeta^2) \sin^2 \varphi}},$$

qui s'intègre toujours à l'ordinaire.

5.^o Soit enfin

$A + Bz^2 + Cz^4 = a^2(1 - \zeta^2 z^2)(1 - \gamma^2 z^2)$,
& la formule à intégrer, sera

$$\frac{dz}{\sqrt{(1 - \zeta^2 z^2)(1 - \gamma^2 z^2)}};$$

soit $\zeta < \gamma$, on fera $z = \frac{\sin \varphi}{\gamma}$, & on aura la trans-
formée $\frac{d\varphi}{\sqrt{(\gamma^2 - \zeta^2 \sin^2 \varphi)}}$ qui s'intègre à l'ordinaire.
Mais on ne trouve par-là l'intégrale de la proposée que
depuis $z = 0$, jusqu'à $z = \frac{1}{\gamma}$.

Depuis



Depuis $z = \frac{1}{c}$, jusqu'à $z = -\frac{1}{c}$, l'intégrale seroit imaginaire. Il ne reste donc à trouver l'intégrale de cette formule que depuis $z = \frac{1}{c}$, jusqu'à $z = \infty$; la formule alors doit s'écrire ainsi :

$$\frac{dz}{\sqrt{(c^2 z^2 - 1)(z^2 - 1)}}.$$

Soit $z = \frac{1}{c \cos \varphi}$, & on aura la transformée

$$\frac{d\varphi}{\sqrt{(1 - c^2 \cos^2 \varphi)}}$$

qui a une analogie singulière avec l'autre cas, & qui s'intègre toujours par les mêmes principes.

Il est aisé de voir qu'on pourroit traiter de même la formule $\frac{P dz}{\sqrt{(A + Bz^2 + Cz^4)}}$, P étant une fonction rationnelle de la forme

$$\alpha + \beta z^2 + \gamma z^4 + \delta z^6 + \dots$$

Enfin la formule

$$\frac{dx}{\sqrt{(A + Bx + Cx^2 + Dx^3 + Ex^4)}}$$

rentre aussi dans les cas précédens; car on peut faire disparaître les puissances impaires de x sous le radical, en faisant $x = \frac{m + nz}{1 + z}$; & on trouve par des consi-

dérations analytiques fort simples que les quantités m & n pourront toujours être supposées réelles, & qu'ainsi les coefficients B & D n'augmentent pas la généralité de cette formule. Nous pourrions ajouter beaucoup d'autres exemples d'intégration par arcs d'ellipse; mais il nous suffit d'avoir mis sur la voie ceux qui voudront étendre ces applications, ou même introduire d'autres transcendentes dans le calcul intégral.

Mém. 1786.

Mmm

(VII.)

De la surface du Cône oblique.

LA surface définie ou indéfinie du cône oblique, est une transcendante d'un ordre plus élevé que les arcs d'ellipse; car elle dépend de la formule

$$\int d\varphi \sqrt{[b^2 + (a - c \cos \varphi)^2]},$$

qui ne peut se ramener aux arcs d'ellipse. Aussi renferme-t-elle nécessairement deux constantes, tandis que les arcs d'ellipse n'en renferment qu'une. On peut partir de cette nouvelle transcendante comme d'une base, pour y ramener une infinité d'autres intégrales. Ainsi, faisant

$\Delta = \sqrt{[b^2 + (a - c \cos \varphi)^2]}$, & $P = \int \Delta d\varphi$;
(cette intégrale commençant lorsque $\varphi = 0$), il sera facile d'avoir, par des différenciations relatives aux constantes a, b, c , les intégrales

$$\int \frac{d\varphi}{\Delta}, \int \frac{d\varphi \cos \varphi}{\Delta}, \&c.$$

& en général,

$$\int \cos^m \varphi \cdot d\varphi \cdot \Delta^{n+1}, \int \frac{\cos^m \varphi \cdot d\varphi}{\Delta^{n+1}};$$

On trouvera aussi que la fonction P satisfait en général à ces trois conditions

$$\begin{aligned} 0 &= \frac{1}{b} \cdot \frac{dP}{db} - \frac{d dP}{d b^2} - \frac{d dP}{d a^2} \\ \frac{b c \sin \varphi}{\Delta} &= -a \frac{dP}{db} + 2ab \frac{d dP}{d b^2} + (a^2 - b^2 - c^2) \frac{d dP}{d a db}, \\ \frac{c^2 \sin \varphi \cos \varphi}{\Delta} &= P - a \frac{dP}{da} + \frac{2a^2 - b^2 - c^2}{b^2} \cdot \frac{dP}{db} \\ &\quad + (b^2 + c^2 - 3a^2) \frac{d dP}{d b^2} \\ &\quad + \frac{a}{b} (3b^2 + c^2 - a^2) \frac{d dP}{d a db}. \end{aligned}$$

Les premiers membres de ces deux dernières équations seroient nuls, si P répondoit à la surface entière du cône.

On conçoit donc que l'intégrale

$$\int \cos^m \varphi \cdot d\varphi \cdot \Delta^{\pm (2n+1)}$$

pourra toujours s'exprimer par P , & ses différences du premier ordre $\frac{dP}{da}$, $\frac{dP}{db}$.

Mais j'observe que l'intégrale $\int \frac{d\varphi}{\Delta}$, & toutes celles qui s'en déduisent comme $\int \frac{d\varphi \cos \varphi}{\Delta^3}$, $\int \frac{d\varphi}{\Delta^3}$, &c.

sont assignables par des arcs d'ellipse uniquement. Ce seroit par conséquent un vice de solution que d'avoir recours, pour ces intégrales, à des transcendentes d'un ordre plus élevé.

En effet, si l'on fait $\tan \frac{1}{2} \varphi = m \tan \frac{1}{2} \psi$, & qu'on prenne

$$m^2 = \frac{b^2 + (a-c)^2}{b^2 + (a+c)^2}, \quad 2k^2 = 1 - \sqrt{\frac{(b^2 + a^2 - c^2)^2}{(b^2 + a^2 - c^2)^2 + 4b^2c^2}};$$

on aura

$$\int \frac{d\varphi}{\Delta} = \frac{1}{\sqrt{(a^2 + b^2 + c^2)^2 - 4a^2c^2}} \cdot \int \frac{d\psi}{\sqrt{(1 - k^2 \sin^2 \psi)}};$$

quantité qui ne dépend que de l'ellipse, & qui a pour expression

$$\frac{1}{\sqrt{(a^2 + b^2 + c^2)^2 - 4a^2c^2}} \cdot [E(k, \psi) - k \frac{dE}{dk}].$$

On trouveroit la même chose par les équations aux différences partielles qui précèdent, mais moins facilement que par ces transformations.



M m m m ij

SECONDE MÉMOIRE
SUR LES
INTÉGRATIONS PAR ARCS D'ELLIPSE,
Et sur la comparaison de ces Arcs.

Par M. LE GENDRE.

DANS le Mémoire que j'ai lû à l'Académie sur les intégrations par arcs d'ellipse, je me suis proposé de faire voir que la rectification de l'hyperbole dépendoit de celle de l'ellipse; en effet, l'expression d'un arc d'hyperbole est composée d'une partie algébrique qui représente la tangente, & de deux autres parties; savoir, un arc d'ellipse & le coefficient de sa différence partielle en faisant varier l'excentricité: j'ai conclu de-là que si le zèle de quelques calculateurs pouvoit nous fournir des Tables d'arcs d'ellipse, pour différens degrés d'amplitude & d'excentricité, & que chaque arc fût accompagné du coefficient de sa différence partielle, on seroit en état d'intégrer par ces Tables, un très-grand nombre de différencielles, & nommément toutes celles que M.^r d'Alembert & Euler ont ramenées aux arcs des sections coniques.

En attendant qu'un travail si utile soit entrepris, il est bon de préparer d'avance des formules, par lesquelles le calcul des Tables puisse se faire de la manière la moins pénible; c'est pourquoi je me suis occupé de ces approximations dans le Mémoire cité, & après avoir représenté les arcs d'ellipse d'une manière commode pour le calcul, j'ai intégré les formules les plus simples qui dépendent de ces arcs.

Depuis la lecture de ce Mémoire, j'ai appris que M. Landen, membre de la Société royale de Londres, s'étoit

occupé du même objet avec beaucoup de succès, & qu'il avoit confié les recherches dans les *Transactions philosophiques*, année 1775; & plus récemment dans un ouvrage particulier, intitulé, *Mathematical Memoirs respecting a variety of subjects*, by John Landen F.R.S. Lond. 1780.

Le résultat de M. Landen est que *tout arc d'hyperbole se rectifie immédiatement par le moyen de deux arcs d'ellipses*: proposition extrêmement intéressante, & d'autant plus remarquable qu'elle est le fruit d'une transformation très-adroite, qui avoit échappé à tous ceux qui se sont occupés de ces objets.

Il n'est pas douteux que la découverte de M. Landen ne puisse procurer beaucoup d'élégance aux intégrations qui dépendent des arcs d'hyperbole; mais il me semble que les Tables, telles que je les ai proposées, où l'on trouveroit le coefficient aux différences partielles à côté de chaque arc, seroient plus commodes dans les applications que l'emploi de deux arcs d'ellipses, dont les amplitudes & les excentricités seroient différentes, & qui entraîneroient d'ailleurs plus de complication dans les expressions analytiques. C'est aux géomètres à décider laquelle des deux méthodes mérite la préférence, soit pour l'usage des Tables, soit pour les expressions introduites dans le calcul, où j'ai eu soin d'éviter absolument toute figure & toute construction géométrique.

L'objet que je me propose maintenant, est de démontrer le théorème de M. Landen, en le déduisant de mes formules, & d'ajouter quelques propositions à celle de ce savant géomètre. En combinant son théorème avec une équation aux différences partielles, trouvée dans le Mémoire précédent, j'en ai tiré cette conséquence, que *dans une infinité d'ellipses, dont les excentricités varient suivant une loi donnée, depuis le cercle jusqu'à la ligne droite, la rectification définie de deux de ces ellipses, c'est-à-dire, leur longueur totale, donnera immédiatement celle de toutes les autres.*

Il ne faudroit pas en conclure cependant qu'avec le cercle & la ligne droite, on rectifiera toutes les ellipses : comme le cercle & la ligne droite sont les extrêmes d'une suite infinie, il faudroit employer réellement une infinité de termes, ou se servir d'une série infinie, pour représenter le périmètre d'une ellipse quelconque par le moyen du cercle & de la ligne droite ; mais à partir d'une ellipse donnée, celles qui entrent dans la même suite, varient si promptement en excentricité dans un sens & dans l'autre, qu'avec un fort petit nombre de termes, on peut exprimer la circonférence d'une ellipse quelconque, par le moyen d'une ellipse très-peu excentrique & d'une très-excentrique, ou ce qui est encore plus commode, par le moyen de deux ellipses aussi peu différentes du cercle qu'on voudra.

La rectification indéfinie réussit également dans la même suite d'ellipses, & nous ferons voir qu'*ayant choisi à volonté deux ellipses dans cette suite, on peut par le moyen de leurs arcs déterminer ceux de toutes les ellipses de la même suite.* La formule qui représente cette proposition, renferme, comme corollaire, celle qui est relative à la rectification définie. On peut donc se servir des arcs de deux ellipses très-peu excentriques pour déterminer ceux d'une ellipse quelconque ; on pourroit se servir aussi des arcs de deux ellipses très-excentriques, & alors on auroit un autre avantage considérable, celui de n'employer que de très-petits arcs de ces ellipses. Je ne puis m'empêcher de remarquer à ce sujet l'accord singulier de deux résultats obtenus par des méthodes totalement différentes. M. de la Grange a considéré dans les Mémoires de Turin, *tome V*, les différentielles de l'espèce de celles qui s'intègrent par les arcs des sections coniques ; dans certains cas ces différentielles s'intégreroient exactement par les moyens ordinaires, c'est-à-dire, par arcs de cercle & par logarithmes ; il faudroit pour cela une certaine relation entre les constantes. Or, dans tout autre cas M. de la Grange parvient par des substitutions successives, à approcher de plus en plus du point où une telle

relation entre les coefficients rendroit l'intégrale possible. Il est clair que le résultat de cette méthode s'accorde parfaitement avec le nôtre.

La même formule qui établit la relation entre les arcs de trois ellipses d'une même suite, nous a fourni cet autre théorème, que *dans une ellipse quelconque, on peut déterminer une suite d'arcs, dont la différence avec le quart, le huitième, le seizième, &c. du quart d'ellipse, soit assignable en ligne droite.* Cette espèce de bisection est présentée ensuite d'une manière plus générale & plus simple, à l'aide d'une intégrale d'Euler, d'où naissent une infinité de théorèmes analogues à celui du comte Fagnani, & de la même étendue.

Enfin, une réflexion très-simple permet de généraliser encore davantage ces propositions, & d'y parvenir d'une manière tout-à-fait directe.

La nouvelle formule qu'on obtient, prouve de plus que toutes les comparaisons des arcs de cercle qui se font par voie d'analyse, leur multiplication, division, addition, &c. peuvent se faire également pour les arcs d'ellipse, à une ligne droite près. C'est le résultat auquel M. Euler est parvenu dans plusieurs Mémoires, également recommandables par la difficulté de la matière, & par la profondeur d'analyse qui y règne.

Dans le dernier article, nous nous sommes occupés de quelques intégrations qui peuvent conduire à des propriétés assez remarquables. Nous trouvons, par exemple, d'après M. Landen, qu'il y a une ellipse dont la circonférence est déterminée par celles du cercle & d'une autre ellipse; résultat qui, suivant nos propositions, peut être étendu à toutes les ellipses d'une même suite.

(VIII)

Expression d'un Arc d'ellipse.

RAPPELONS d'abord les principales dénominations dont nous avons fait usage dans le Mémoire précédent.

Le demi-grand axe d'une ellipse est toujours représenté par l'unité.

Le demi-petit axe $= b$, l'excentricité $= c = \sqrt{1 - b^2}$.

Tous les arcs d'ellipse que nous considérons, commencent au petit axe; ce que nous appelons leur *amplitude*, est un angle ϕ qui détermine leur extrémité, soit par le moyen du cercle circonscrit, comme nous l'avons fait voir, soit par les coordonnées

$$x = \sin. \phi, y = b \cos. \phi.$$

Chaque arc devient ainsi une fonction de l'excentricité c & de l'amplitude ϕ ; on la représente par E ou $E(c, \phi)$, ou $E \phi$. Cette quantité E est l'intégrale de la formule

$$d\phi \sqrt{1 - c^2 \sin.^2 \phi},$$

prise de manière qu'elle s'évanouisse lorsque $\phi = 0$.

Si on fait $\phi = 90^\circ$, l'arc E deviendra le quart d'ellipse que je représente par E_1 ou $E_1(c)$, quantité qui n'est fonction que de c . L'angle ϕ peut être plus grand que 90° , alors l'arc E sera plus grand que E_1 ; par exemple si $\phi = 180^\circ$, on aura

$E = 2 E_1$; si $\phi = 270^\circ$, $E = 3 E_1$; si $\phi = 120^\circ$, on aura

$$E = 2 E_1 - E(c, 60^\circ), \&c.$$

Le théorème du comte Fagnani, concernant les arcs d'ellipse dont la différence est égale à une ligne droite, peut s'exprimer ainsi dans notre notation.

Soient deux angles ϕ & ψ , tels que $1 = b \tan. \phi$, $\tan. \psi$, on aura en général

$$E(c, \phi) + E(c, \psi) = E_1 + \frac{c^2 \sin. \phi \cos. \phi}{\sqrt{1 - c^2 \sin.^2 \phi}};$$

Donc, en faisant $\phi = \psi$, ou $\tan. \phi = \frac{1}{b}$, on a

$$2 E = E_1 + 1 - b.$$

(IX.)

(IX.)

Valeur d'un arc d'hyperbole.

DANS l'hyperbole, appelons l'excentricité..... 1.

Le demi-axe transverse..... c .

Le demi-axe conjugué..... $b = \sqrt{1 - c^2}$.

Soit H , un arc d'hyperbole compté depuis le sommet & terminé par l'ordonnée $y = b^2 \operatorname{tang.} \varphi$; l'angle φ sera l'amplitude de cet arc, & on aura

$$H = \int \frac{b^2 d\varphi}{\operatorname{col.}^2 \varphi \sqrt{1 - c^2 \sin^2 \varphi}}.$$

Nous ferons, pour abréger

$$\sqrt{1 - c^2 \sin^2 \varphi} = \Delta;$$

& nous aurons H , ou

$$H(c, \varphi) = \Delta \operatorname{tang.} \varphi - \int \Delta d\varphi + b^2 \int \frac{d\varphi}{\Delta}.$$

Or

$$\int \Delta d\varphi = E(c, \varphi);$$

& nous avons trouvé

$$\int \frac{d\varphi}{\Delta} = E - c \frac{dE}{dc}.$$

Donc,

$$H(c, \varphi) = \Delta \operatorname{tang.} \varphi - c^2 E + b^2 c \frac{dE}{dc},$$

où l'on peut remarquer que la partie algébrique $\Delta \operatorname{tang.} \varphi$ est l'expression de la tangente à l'extrémité de l'arc H , prolongée jusqu'à la rencontre de la perpendiculaire menée du centre.

Mém. 1786.

Nnan

(X.)

Comparaison des arcs de deux ellipses.

CONSIDÉRONS maintenant une autre ellipse, dont le demi-grand axe soit toujours 1, le demi-petit axe $= b'$, l'excentricité $= c'$, l'amplitude d'un arc $E' = \varphi'$. La

quantité $\frac{c'^2 \sin. \varphi' \cos. \varphi'}{\sqrt{(1 - c'^2 \sin.^2 \varphi')}}$, qui exprime la différence

rectiligne entre l'arc E' & son correspondant compté du grand axe, a pour *maximum* $1 - b'$; ainsi nous pouvons faire en général,

$$\frac{c'^2 \sin. \varphi' \cos. \varphi'}{\sqrt{(1 - c'^2 \sin.^2 \varphi')}} = (1 - b') \sin. \varphi. \dots (A') :$$

de-là, on tirera

$$2 \sin.^2 \varphi' = 1 + \frac{1 - b'}{1 + b'} \sin.^2 \varphi \pm \cos. \varphi \sqrt{1 - \left(\frac{1 - b'}{1 + b'}\right)^2 \sin.^2 \varphi}.$$

Soit donc $\frac{1 - b'}{1 + b'} = c$, & on aura

$$2 \sin.^2 \varphi' = 1 + c \sin.^2 \varphi \pm \cos. \varphi \sqrt{1 - c^2 \sin.^2 \varphi} \dots (B').$$

Avant d'aller plus loin, je remarque que les deux valeurs de φ' , que donne le double signe \pm , étant nommées φ' & ψ' , on auroit $1 = b' \tan. \varphi' \tan. \psi'$; d'où il suit que les angles φ' & ψ' ont la relation nécessaire pour que les arcs correspondans soient dans le cas du théorème de Fagnani; & cela devoit être en vertu de l'équation (A'), puisque le premier membre reste le même en mettant ψ' à la place de φ' .

Puis donc que nous connoissons la relation des deux valeurs de φ' dans l'équation (B'), il suffira d'en considérer

une; ainsi, prenant la plus petite, nous aurons

$$2 \sin.^2 \varphi' = 1 + c \sin.^2 \varphi - \cos. \varphi \sqrt{1 - c^2 \sin.^2 \varphi} \dots (B'');$$

on tire de-là, en faisant

$$\sqrt{1 - c^2 \sin.^2 \varphi} = \Delta,$$

$$4 \sin. \varphi' \cos. \varphi' d\varphi' = 2c \sin. \varphi \cos. \varphi d\varphi + \sin. \varphi \cdot \Delta d\varphi \\ + \frac{c^2 \sin. \varphi \cos. \varphi d\varphi}{\Delta};$$

mais on a

$$dE' = d\varphi' \sqrt{1 - c'^2 \sin.^2 \varphi'}$$

ou par l'équation (A'),

$$dE' = \frac{c'c \sin. \varphi' \cos. \varphi'}{(1 - b') \sin \varphi} = \frac{2 \sin. \varphi' \cos. \varphi' d\varphi'}{(1 + c) \sin. \varphi}.$$

Donc

$$2(1 + c) dE' = 2c \cos. \varphi + 2\Delta d\varphi - b^2 \frac{d\varphi}{\Delta},$$

& en intégrant

$$2(1 + c) E' = 2c \sin. \varphi + 2E \\ - b^2 \left(E - c \frac{dE}{dc} \right) \dots (C);$$

donc l'arc indéfini E' peut se déterminer par le moyen de l'arc E d'une autre ellipse, & du coefficient aux diffé-

rences partielles $\frac{dE}{dc}$. Il faut pour cela que l'excentri-

cité de cette seconde ellipse soit $c = \frac{1 - b'}{1 + b'}$,

& que les amplitudes φ & φ' des deux arcs E , E' aient la relation comprise dans l'équation (A') ou (B'').

Réciproquement, on peut se servir des deux arcs E & E'

Nnn ij

qui ont entr'eux une si grande affinité, pour éviter d'employer dans le calcul le coefficient $\frac{dE}{d\varphi}$; ainsi, dans tous les cas où l'on aura fait usage de ce coefficient, ou de l'intégrale $\int \frac{d\varphi}{\Delta}$ qui le renferme, on pourra mettre à leur place les valeurs suivantes, exprimées par deux arcs d'ellipses,

$$\left. \begin{aligned} b^2 \int \frac{d\varphi}{\Delta} &= 2c \sin. \varphi + 2E - 2(1+c)E' \\ b^2 c. \frac{dE}{dc} &= 2(1+c)E' - (1+c^2)E - 2c \sin. \varphi \end{aligned} \right\} \dots (D').$$

(XL)

L'Arc d'hyperbole mesuré par deux arcs d'ellipses.

MAINTENANT il est clair que l'arc d'hyperbole peut s'exprimer par les deux arcs d'ellipses E, E' , & qu'on a $H = \Delta \text{ tang. } \varphi + 2c \sin. \varphi + E - 2(1+c)E'$: c'est la belle proposition dont M. Landen a enrichi la géométrie.

Si on fait $\varphi = 90^\circ$, $\Delta \text{ tang. } \varphi - H$ représentera la différence entre l'hyperbole & son asymptote: alors l'arc E devient le quart d'ellipse E_1 . Quant à l'arc E' , puisqu'on a $\varphi = 90^\circ$, on tirera de la formule (B'')

$$\sin.^2 \varphi' = \frac{1+c}{2}, \cos.^2 \varphi' = \frac{1-c}{2},$$

$$\text{tang.}^2 \varphi' = \frac{1+c}{1-c} = \frac{1}{b'^2}.$$

Donc l'arc E' est dans le cas du théorème de Fagnani (VIII), & on a

$$E' = \frac{E_1 + 1 - b'}{2}.$$

Il résulte de-là que la différence entre l'hyperbole & son asymptote

$$= (1 + c) E'_{11} - E_1;$$

elle est donc égale à la différence de deux quarts d'ellipse, dont l'un a pour demi-axes, 1 & $\sqrt{1 - c^2}$, l'autre, $1 + c$ & $1 - c$.

(XII.)

Rectification définie des ellipses d'une même suite.

Si on substitue la valeur de E' , que nous venons de trouver, dans les équations (D'), on aura la valeur totale

de $f \frac{d\varphi}{\Delta}$, lorsque $\varphi = 90^\circ$, & celle de $\frac{dE_1}{dc}$,

qui se tireront des formules

$$b^2 f \frac{d\varphi}{\Delta} = 2 E_1 - (1 + c) E'_{11}$$

$$b^2 c \frac{dE_1}{dc} = (1 + c) E'_{11} - (1 + c^2) E'_{11} \dots (D'').$$

Combinant cette équation avec la formule trouvée dans le Mémoire précédent (IV),

$$b^2 c \frac{d^2 E_1}{dc^2} + b^2 \frac{dE_1}{dc} + c E_1 = 0,$$

& observant que

$$\frac{dc'}{dc} = \frac{1 - c}{(1 + c)^2 \sqrt{c}},$$

à cause de $b' = \frac{1 - c}{1 + c}$, ou $c' = \frac{2\sqrt{c}}{1 + c}$, on aura

$$\frac{(1 - c) \sqrt{c}}{1 + c} \cdot \frac{dE'_{11}}{dc'} = E'_{11} - E_1.$$

Mais en concevant un autre quart d'ellipse E''_{11} , dont l'excentricité c'' se déduise de l'excentricité c' , comme

654 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE
l'excentricité c' se déduit de c , de sorte qu'on ait

$$c'' = \frac{a \sqrt{c'}}{1 + c'}, \text{ on auroit, par l'équation (D'')}$$

$$b' b' c' \frac{dE' 1}{dc'} = (1 + c') E'' 1 - (1 + c'^2) E' 1.$$

Éliminant de ces deux équations $\frac{dE' 1}{dc}$, on aura

$$(1 + c')^2 (1 + c') E'' 1 - (1 + c)(3 + c) E' 1 \\ + 2(1 - c) E 1 = 0;$$

ou en termes un peu plus simples,

$$(1 + c') E'' 1 = (2 + b') E' 1 - b'(1 + b') E 1 \dots (E'):$$

formule qui établit une relation remarquable entre les trois quarts d'ellipse $E 1$, $E' 1$, $E'' 1$: de sorte que l'un peut se déterminer par le moyen des deux autres.

Ainsi, concevant une suite d'ellipses dont le demi-grand axe soit l'unité, & dont les excentricités $c, c', c'', c''', \&c.$ se déduisent les unes des autres dans un sens, & les demi-axes conjugués dans l'autre, suivant cette loi,

$$c' = \frac{a \sqrt{c}}{1 + c}, c'' = \frac{a \sqrt{c'}}{1 + c'}, c''' = \frac{a \sqrt{c''}}{1 + c''}, \&c.$$

$$b = \frac{a \sqrt{b'}}{1 + b'}, b' = \frac{a \sqrt{b''}}{1 + b''}, b'' = \frac{a \sqrt{b'''}}{1 + b'''}, \&c.$$

la circonférence de deux de ces ellipses étant connue, on déterminera exactement celle de toutes les autres.

La suite $c, c', c'', \&c.$ augmente continuellement; ainsi les ellipses deviendront extrêmement aplaties au bout de quelques termes, & alors nous avons des formules très-convergentes pour en déterminer la longueur.

La même suite peut être prolongée à l'infini dans l'autre sens; mais il est plus commode de se servir des demi-axes conjugués, &c; $'''b, ''b, 'b, b$, qui se déduisent ain

les uns des autres

$$'b = \frac{2\sqrt{b}}{1+b}, ''b = \frac{2\sqrt{'b}}{1+'b}, ''''b = \frac{2\sqrt{''b}}{1+''b}, \&c.$$

Ces demi-axes augmentent donc avec la même rapidité dans ce sens, que les excentricités dans l'autre. Ainsi les ellipses correspondantes approcheront beaucoup du cercle, & par conséquent il est aisé de réduire la rectification d'une ellipse donnée à celle de deux autres ellipses aussi peu différentes du cercle qu'on voudra.

Par exemple, prenant

$$c = \frac{1}{100}, \text{ on a } c' = \frac{20}{101}, \& b'' = \frac{81}{121};$$

donc l'ellipse fort excentrique E'' , dont les axes sont dans le rapport de 121 à 81, se déterminera par les deux ellipses beaucoup moins excentriques E' & E , l'excentricité de la première étant $\frac{20}{101}$ & celle de la seconde $\frac{1}{100}$, & on aura

$$E'' = \frac{301}{121} E' - \frac{1800}{1111} E.$$

Il seroit facile ensuite de déterminer l'ellipse E' elle-même, par le moyen de l'ellipse E qui n'a que $\frac{1}{100}$ d'excentricité & d'une autre ellipse $'E$ qui auroit une excentricité beaucoup moindre, savoir

$$'c = [100 - \sqrt{9999}]^2 = \left[\frac{1}{100 + \sqrt{9999}} \right]^2, \\ \text{ou environ } \frac{1}{39998}.$$

A ce point, nous serions déjà si près du cercle, qu'il seroit inutile d'aller plus loin. Appelant donc $'E$ cette dernière ellipse, ou plutôt son quart, si E , E' , E'' représentent le quart des autres, on auroit

$$E' = \frac{200 + \sqrt{9999}}{101} E - \left[\frac{99.99 + \sqrt{9999}}{101} \right] E'.$$

Ainsi l'ellipse proposée E' seroit déterminée par deux ellipses qui ont très-peu d'excentricité, & qu'on évalueroit bientôt avec toute l'approximation qu'on peut desirer.

(XIII.)

Rectification indéfinie de toutes les Ellipses d'une même suite, par le moyen de deux ellipses de cette suite.

QUAND il s'agit de la rectification indéfinie, nous avons les deux équations (X & IV),

$$b^2 \left(E - c \frac{dE}{dc} \right) = 2 c \sin. \varphi + 2 E - 2 (1 + c) E',$$

$$b^2 \cdot \frac{d d E}{d c^2} + \frac{b^2}{c} \cdot \frac{d E}{d c} + E - \frac{\sin. \varphi \cos. \varphi}{\Delta} = 0.$$

Pour éliminer $\frac{d d E}{d c^2}$, on différenciera la première par rapport à c , φ étant constant; mais d'abord il faut observer que

$$\frac{d E'}{d c} = \frac{d E'}{d c'} \cdot \frac{d c'}{d c} + \frac{d E'}{d \varphi'} \cdot \frac{d \varphi'}{d c}.$$

Or,

$$\frac{d E'}{d \varphi'} = \sqrt{1 - c'^2 \sin.^2 \varphi'} = \frac{2 \sin. \varphi' \cos. \varphi'}{(1 + c) \sin. \varphi},$$

&

$$4 \sin. \varphi' \cos. \varphi' \cdot \frac{d \varphi'}{d c} = \sin^2 \varphi + \frac{c \cos. \varphi \sin.^2 \varphi}{\Delta};$$

donc,

$$\frac{d E'}{d c} = \frac{1 - c}{(1 + c)^2 \sqrt{c}} \cdot \frac{d E'}{d c} + \frac{1}{2(1 + c)} \cdot \left(\sin. \varphi + \frac{c \sin. \varphi \cos. \varphi}{\Delta} \right).$$

Maintenant, $\frac{d d E}{d c^2}$ étant éliminé de nos deux équations,

on aura

$$c E + b^2 \frac{d E}{d c} + \sin. \varphi - 2 E + \frac{2(1 - c) \sqrt{c}}{1 + c} \cdot \frac{d E'}{d c} = 0;$$

éliminant

Éliminant dans celle-ci $b' \frac{dE}{dc}$, à l'aide de la première équation, on aura

$$(1 - c')c' \frac{dE'}{dc'} = 2E' - E - c \sin. \varphi;$$

mais en désignant par E'' l'arc d'une nouvelle ellipse formée d'après l'arc E' , comme E' l'est d'après E , on pourra ajouter un accent aux différens termes de la première équation, qui deviendra

$$b' b' c' \frac{dE'}{dc'} + (1 + c' c')E' + 2c' \sin. \varphi' = 2(1 + c')E''.$$

De ces deux équations, on tirera, en éliminant $\frac{dE'}{dc'}$,

$$2(1 + c')E'' = \frac{1+c}{1+c} E' - \frac{(1-c)}{(1+c)} (E + c \sin. \varphi) + 2c \sin. \varphi;$$

ou en n'employant que les élémens de l'ellipse moyenne E' ,

$$2(1 + c')E'' = (2 + b')E' - \frac{1}{2}b'(1 + b')E - \frac{1}{2}b'(1 - b') \sin. \varphi + 2c' \sin. \varphi' \dots (F').$$

Telle est l'équation générale qui a lieu entre les trois arcs E , E' , E'' des ellipses dont les excentricités sont c , c' , c'' ; d'où il résulte que deux de ces arcs étant connus, le troisième le sera immédiatement.

On voit qu'en partant de l'ellipse la moins excentrique, l'un quelconque de ses arcs E peut être déterminé par les arcs E' , E'' des ellipses plus excentriques, & on observe par l'enchaînement des angles φ , φ' , φ'' , &c. que ces angles vont en diminuant assez rapidement, chacun étant environ la moitié de celui qui le précède; de sorte que la portion nécessaire à la rectification de l'arc E , sera de plus en plus petite. On peut continuer d'ailleurs la suite E , E' , E'' , E''' , &c. aussi loin qu'on voudra, & se servir des deux termes les plus éloignés pour déterminer l'arc E ; alors on aura, outre l'avantage d'une très-grande excentricité, qui rend les

Mém. 1786.

Oooo

formules fort convergentes, celui de n'employer que de très-petits arcs de ces dernières ellipses.

Si au contraire, on vouloit déterminer l'arc E'' par ceux des deux ellipses moins excentriques E' & E , on le pourroit par la même équation; mais il y auroit quelque précaution à prendre, si l'angle ϕ'' étoit d'une certaine grandeur. Alors les arcs E' & E pourroient contenir un ou plusieurs quarts d'ellipses, sur-tout si l'on prolongeoit un peu loin la suite E' , E , E' , E'' , &c. Comme on a en général (A'),

$$\sin. \phi = \frac{\frac{1 + b'}{2} \sin. 2 \phi'}{\sqrt{(1 - c'^2 \sin.^2 \phi')}} ,$$

& que dans le cas que nous considérons, c' est très-petit & b' presque égal à l'unité; il est clair qu'on a à très-peu-près $\phi = 2 \phi'$, attendu que ces deux angles n'ont aucune limite, & qu'ils augmentent tous les deux indéfiniment. On a exactement $\phi = 2 \phi'$ toutes les fois que ϕ est un multiple de 90° , quelle que soit l'excentricité c' ; ainsi on voit que dans tous les cas on doit regarder l'angle ϕ comme à très-peu-près double de ϕ' , ϕ' double de ϕ'' , &c. Il est clair que si l'angle ϕ contient plusieurs fois 90° , l'arc d'ellipse correspondant contiendra autant de fois le quart de l'ellipse E ; ainsi on pourra toujours évaluer exactement les angles ϕ' , ϕ , ϕ' , ϕ'' , &c. quelsque grands qu'ils soient, ainsi que les arcs d'ellipse correspondans.

Par exemple, soit $\phi'' = 90^\circ$, il est clair, par ce que nous venons de démontrer, qu'on aura

$$\phi' = 180^\circ, \text{ \& } \phi = 360^\circ;$$

donc

$$E' = E'' 1, E' = 2 E'' 1 \text{ \& } E = 4 E'' 1.$$

Substituant dans l'équation (F'), on en tire comme corollaire l'équation (E'),

$$(1 + c') E'' 1 = (2 + b') E'' 1 - b' (1 + b') E'' 1.$$

que nous avons déjà obtenue pour la rectification définie.

Pour faire encore une application, soit

$$\text{tang. } \phi'' = \frac{1}{\sqrt{b''}},$$

on aura

$$\phi' = 90^\circ, \text{ \& } \phi = 180^\circ.$$

Les arcs correspondans font

$$E' = \frac{E'' + 1 - b''}{2}, E' = E' 1, E = 2 E' 1;$$

substituant dans l'équation (F'), & observant que

$$b'' = \frac{1 - c^2}{1 + c^2};$$

on retombe encore sur l'équation

$$(1 + c') E' = (2 + b') E' 1 - b' (1 + b') E' 1.$$

On voit maintenant que rien ne doit arrêter dans l'application de la formule (F'), & qu'il sera toujours possible de déterminer un arc d'ellipse par le moyen de deux autres arcs pris sur des ellipses aussi peu excentriques qu'on voudra, lesquels arcs pourront être fort grands, & même composés de plusieurs circonférences, mais n'en seront pas plus difficiles à évaluer.

(X I V.)

Espèce de bisection du quart d'ellipse, déduite de l'équation (F').

SOIT $\phi = 90^\circ$, on aura (B'')

$$\sin. \phi' = \frac{1 + c}{2} = \frac{1}{1 + b'};$$

ou $\text{tang. } \phi' = \frac{1}{\sqrt{b'}}$. Ensuite la même équation (B'')

Oooo ij

$$2 \sin^2 \phi'' = 1 + \frac{\sqrt{(1-b')}-b'}{\sqrt{(1+b')}};$$

& à cause de $b' = \frac{2\sqrt{b''}}{1+b''},$

$$\sin^2 \phi'' = \frac{1}{1+\sqrt{b''}} \left[1 - \frac{\sqrt{b''}}{\sqrt{(1+b')}} \right].$$

Les arcs correspondans font

$$E = E_1, \quad E' = \frac{E_1 + 1 - b'}{2};$$

le troisième E'' est celui que nous cherchons, il se trouvera par l'équation (F') qui donne

$$2(1+c')E'' = (2+b') \frac{E_1}{2} - \frac{1}{2}b'(1+b')E_1 + 1 - b' + 2\sqrt{(1-b')}.$$

Mais à la place de

$$(2+b') \frac{E_1}{2} - \frac{1}{2}b'(1+b')E_1;$$

on peut mettre $(1+c') \frac{E_1}{2}$, qui lui est égal, en vertu de l'équation (E) : ainsi on aura

$$2(1+c')(E'' - \frac{1}{4}E_1) = 1 - b' + 2\sqrt{(1-b')},$$

ou en d'autres termes,

$$E'' - \frac{1}{4}E_1 = \left(\frac{1-\sqrt{b''}}{2}\right)^2 + \left(\frac{1-\sqrt{b''}}{2}\right)\sqrt{(1+b'')}.$$

Nous pouvons donc déterminer sur le quart d'ellipse BKA^* , le point I tel que l'arc BI égale le quart de l'arc BKA , plus la ligne droite

$$\left(\frac{1-\sqrt{b}}{2}\right)^2 + \left(\frac{1-\sqrt{b}}{2}\right)\sqrt{(1+b)},$$

* Voyez la Figure, (page 666).

en supposant à l'ordinaire $BC = b$, $AC = 1$. L'angle ϕ amplitude de l'arc BI , sera déterminé par l'équation

$$\sin. \phi = \frac{1}{1 + \sqrt{b}} \left[1 - \frac{\sqrt{b}}{\sqrt{1+b}} \right].$$

Mais à chaque arc BI , compté du petit axe, répond un arc AL , compté du grand axe, tel que la différence des deux arcs BI , AL est égale à une ligne droite; & cette ligne droite, en vertu de l'équation (A'), est dans le cas présent $(1 - \sqrt{b})\sqrt{1+b}$. D'ailleurs, le point K est toujours celui où l'on a

$$BK - KA = 1 - b;$$

ainsi le quart d'ellipse BKA est divisé en quatre parties BI , IK , KL , LA , dont les différences sont assignables en lignes droites. Voici les valeurs de ces arcs:

$$BI = \frac{E_1}{4} + \frac{1-\sqrt{b}}{4} [1 - \sqrt{b} + 2\sqrt{1+b}];$$

$$IK = \frac{E_1}{4} + \frac{1-\sqrt{b}}{4} [1 + 3\sqrt{b} - 2\sqrt{1+b}];$$

$$KL = \frac{E_1}{4} + \frac{1-\sqrt{b}}{4} [-3 - \sqrt{b} + 2\sqrt{1+b}];$$

$$LA = \frac{E_1}{4} + \frac{1-\sqrt{b}}{4} [1 - \sqrt{b} - 2\sqrt{1+b}].$$

BI est toujours plus grand que $\frac{E_1}{4}$; KL & LA sont toujours plus petits, mais IK peut être plus grand ou plus petit. Il y a une ellipse où IK est précisément égale à $\frac{1}{4} BKA$, c'est lorsque $b = \frac{33 - 13\sqrt{6}}{25}$.

On peut remarquer que les valeurs de $\sin. \phi$ qui déterminent les points I , K , L , ne dépendent que de radicaux du second degré, ainsi que les différences des arcs

662 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE
BI, IK, KL, LA ; de sorte que cette espèce de bissec-
tion du quart d'ellipse peut être opérée par la géométrie
élémentaire.

Je reprends l'équation générale (*F'*), & supposant

$$\text{tang. } \phi = \frac{1}{\sqrt{b}},$$

ce qui donne

$$E = \frac{E' + 1 - b}{2},$$

j'ai, par l'exemple précédent,

$$\sin.^2 \phi' = \frac{1}{1 + \sqrt{b'}} \left[1 - \frac{\sqrt{b'}}{\sqrt{1 + b'}} \right].$$

$$E' = \frac{E''}{4} + \left(\frac{1 - \sqrt{b'}}{2} \right)^2 + \left(\frac{1 - \sqrt{b'}}{2} \right) \sqrt{1 + b'};$$

substituant dans l'équation (*F''*), & observant qu'à la place de

$$(2 + b') \frac{E''}{4} - b' (1 + b') \frac{E''}{4},$$

on peut mettre $(1 + c') \frac{E''}{4}$, on aura

$$(1 + c') \left(E'' - \frac{E''}{8} \right) = \left(\frac{1 - \sqrt{b'}}{2} \right)^2 + \left(\frac{1 - \sqrt{b'}}{2} \right) \sqrt{1 + b'} \\ + \sqrt{\left\{ (1 - \sqrt{b'}) [1 + b' - \sqrt{b' + b' b'}] \right\}}.$$

On peut donc encore sous-diviser l'arc *BI* au point *H*,
de manière que *BH* & *HI* ne différeront du huitième du
quart d'ellipse que d'une ligne droite connue. La division
en *H* répondra à une division en *M*, où l'on aura pareil-
lement les deux arcs *LM, MA*, qui différeront de $\frac{1}{8} E''$;
chacun d'une ligne droite assignable.

On peut procéder ainsi à l'infini, & trouver sur l'el-
lipse une infinité d'arcs *BK, BI, BH*, &c. ainsi que
AK, AL, AM, &c., dont les différences avec la moitié,

le quart, le huitième, &c. du quart d'ellipse, soient des lignes droites assignables.

(X V.)

Nouvelle formule d'où résulte une suite de théorèmes analogues à celui de Fagnani.

ON fait que l'équation suivante est susceptible d'une intégrale algébrique,

$$\frac{dx}{\sqrt{(1-x^2)(1-c^2x^2)}} + \frac{dy}{\sqrt{(1-y^2)(1-c'^2y^2)}} = 0;$$

si on y suppose $x = \sin. \varphi$, $y = \sin. \psi$, elle deviendra

$$\frac{d\varphi}{\sqrt{(1-c^2\sin.^2\varphi)}} + \frac{d\psi}{\sqrt{(1-c'^2\sin.^2\psi)}} = 0,$$

& son intégrale, d'après les méthodes connues, sera

$$\cos. \varphi \cos. \psi = \lambda \sin. \varphi \sin. \psi + \cos. \mu \dots (G'),$$

μ étant la constante arbitraire, & λ étant mis au lieu de $\sqrt{(1-c^2\sin.^2\mu)}$. Mais la même équation étant intégrée par les arcs de deux ellipses, dont les excentricités sont à l'ordinaire c & c' , on aura (*art. X*),

$$c \sin. \varphi + c \sin. \psi + E(\varphi) + E(\psi) - (1+c)[E'(\varphi') + E'(\psi')] = \text{const.}$$

Il est aisé de voir, par l'équation (G'), que μ est la limite de φ & de ψ , ou la valeur d'une de ces indéterminées, lorsque l'autre est zéro. On peut donc déterminer la constante, en introduisant cette limite, & on aura

$$(1+c)(E'(\varphi') + E'(\psi') - E'(\mu')) \dots (H').$$

$$= E\varphi + E\psi - E\mu + c(\sin.\varphi + \sin.\psi - \sin.\mu)$$

Si on fait $\varphi = \psi = \theta$, θ étant déterminé par la formule

$$\sin.^2 \theta = \frac{1 - \cos. \mu}{1 + \lambda} \dots (I'),$$

on aura

$$(1 + c) (2 E' \theta - E' \mu') \} \dots (K'); \\ = 2 E \theta - E \mu + c (2 \sin. \theta - \sin. \mu) \}$$

équation d'où l'on peut déduire très-simplement tout ce qui a été démontré dans l'article précédent, sur les arcs qui se mesurent par la moitié, le quart, le huitième, &c. du quart d'ellipse. Je n'entrerai pas de nouveau dans ce détail, & je me contenterai d'examiner les conséquences plus générales qui résultent de l'équation (H') , où il y a deux quantités absolument arbitraires, μ & ϕ .

Premier corollaire. Soit la constante $\mu = 180^d$, on aura $\lambda = 1$, & l'équation (G') donnera $\phi + \psi = 180^d$; d'où il suit qu'on aura

$$E \phi + E \psi = 2 E 1 = E \mu.$$

Ensuite les angles correspondans μ' , ϕ' & ψ' sur la seconde ellipse, seront déterminés par les formules

$$\sin. \mu' = 1, \\ 2 \sin.^2 \phi' = 1 + c \sin.^2 \phi - \cos. \phi \sqrt{1 - c^2 \sin.^2 \phi}; \\ 2 \sin.^2 \psi' = 1 + c \sin.^2 \phi + \cos. \phi \sqrt{1 - c^2 \sin.^2 \phi}; \\ \text{d'où l'on tire, en éliminant } \phi,$$

$$b' \text{ tang. } \phi' \cdot \text{ tang. } \psi' = 1,$$

& l'équation (H') donnera, à cause de $c' = \frac{1 - b'}{1 + b'}$;

& de $E' \mu' = E' 1$,

$$E' \phi' + E' \psi' - E' 1 = (1 - b') \sin. \phi = \frac{c' \sin. \phi' \cos. \phi'}{\sqrt{1 - c'^2 \sin.^2 \phi'}} \dots (L').$$

ainsi l'équation (H') nous fournit déjà le théorème de Fagnani dans toute son étendue; mais nous pouvons en déduire une infinité d'autres.

Second corollaire. Soit $\mu = 90^d$, on aura $\lambda = b$, & l'équation

l'équation (G') donnera entre ϕ & \downarrow cette relation

$$b \text{ tang. } \phi \text{ tang. } \downarrow = 1;$$

d'où l'on conclut, par le corollaire précédent, qu'on aura

$$E \phi + E \downarrow - E \mu = \frac{c c \sin. \phi \cos. \phi}{\sqrt{(1 - c^2 \sin.^2 \phi)}}.$$

On déterminera à l'ordinaire ϕ' & \downarrow' par le moyen de ϕ & \downarrow , ainsi que μ' par le moyen de μ , & on trouvera en éliminant ϕ & \downarrow , cette relation entre ϕ' & \downarrow' ,

$$\cos. \phi' \cos. \downarrow' = \lambda' \sin. \phi' \sin. \downarrow' + \cos. \mu' \dots (M'),$$

$\cos. \mu$ étant $\frac{1}{\sqrt{(1 + b^2)}}$, & λ' étant mis à la place

de $\sqrt{(1 - c^2 \sin.^2 \mu')}$ qui devient dans ce cas $\sqrt{b^2}$, pour conserver l'analogie entre cette équation & la formule générale (G') . Cela posé, l'équation (H') -donnera

$$(1 + c) (E' \phi' + E' \downarrow' - E' \mu') = \frac{c c \sin. \phi \cos. \phi}{\sqrt{(1 - c^2 \sin.^2 \phi)}} + c (\sin. \phi + \sin. \downarrow - 1) \lambda$$

& pour exprimer tout en quantités de la même ellipse, on observera que

$$c = \frac{1 - b^2}{1 + b^2},$$

$$\sin. \downarrow = \frac{\cos. \phi}{\sqrt{(1 - c^2 \sin.^2 \phi)}},$$

$$\sin. \phi = \frac{(1 + b^2) \sin.^2 \phi' \cos. \phi'}{\sqrt{(1 - c^2 \sin.^2 \phi')}};$$

d'où l'on conclura

$$E' \phi' + E' \downarrow' - E' \mu' = \left[\frac{\cos. \phi' \sqrt{(1 - c^2 \sin.^2 \phi')} - b^2 \sin. \phi'}{1 - (1 - b^2) \sin.^2 \phi'} \right] (1 - b^2) \sin. \phi' \dots (N').$$

Mém. 1786.

PPPP

Dans le cas où l'on feroit $\phi' = \psi' = \theta'$, on trouveroit par l'équation (M') ou par l'équation (I'),

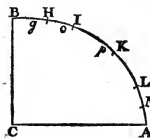
$$\sin. \theta' = \frac{1 - \cos. \mu'}{1 + \lambda'} = \frac{1}{1 + \sqrt{\delta'}} \left[1 - \frac{\sqrt{\delta'}}{\sqrt{1 + \delta'}} \right];$$

alors l'arc $2 E' \theta' - E' \mu'$ étant égal à une ligne droite, l'arc $E' \theta'$ se mesurerait par la moitié de l'arc $E' \mu'$ plus

une ligne droite, ou par $\frac{1}{4} E' 1$ plus une ligne droite;

ce qui s'accorde avec ce que nous avons démontré dans l'article précédent, & ce qu'on pourroit déduire encore plus directement de l'équation (K').

De plus, l'équation (N') nous apprend en général, que



le point K étant le *premier point de bisection* (celui où l'arc BK se mesure par la moitié du quart d'ellipse plus une ligne droite), on peut trouver sur l'arc BK une infinité de portions Bg, Bp , telles que $Bg + Bp = BK$, où $Bg - pK$ soit égale à une ligne droite. Il faut, pour cela, que les amplitudes ϕ' & ψ' aux

points g & p , aient entr'elles la relation marquée par l'équation (M'), & la différence $Bg - pK$ sera égale au second membre de l'équation (N'). En même-temps lorsque $\phi' = \psi'$, nous connoissons un point I , que nous pouvons appeler *second point de bisection*, où l'arc BI , ainsi que IK , se mesure par le quart du quart d'ellipse & une ligne droite: alors $Ig - Ip$ sera pareillement une ligne droite. On peut observer les mêmes choses à l'égard de l'arc KA , qui offrira pareillement un *second point de bisection* L . Les propriétés de l'arc KA se déduisent de celles de l'arc BK à l'aide du théorème de Fagnani; mais on pourroit aussi les tirer de l'équation (M'), en changeant seulement le signe de $\cos. \mu'$.

Troisième corollaire. Soit $\text{tang. } \mu = \frac{1}{\sqrt{b}}$, l'équation (*G'*) ne sera autre chose que l'équation (*M'*), dont on auroit ôté les accens; ainsi, on aura, suivant l'équation (*N'*),

$$E\phi + E\psi - E\mu,$$

égal à la ligne droite

$$(1 - b) \cdot \frac{\cos. \phi \sin. \phi \sqrt{1 - c^2 \sin.^2 \phi} - b \sin.^2 \phi}{1 - (1 - b) \sin.^2 \phi};$$

substituant dans l'équation (*H'*), on aura cette nouvelle formule,

$$\left. \begin{aligned} & (1 + c) (E^* \phi^* + E^* \psi^* - E^* \mu^*) \\ & = (1 - b) \cdot \frac{\sin. \phi \cos. \phi \sqrt{1 - c^2 \sin.^2 \phi} - b \sin.^2 \phi}{1 - (1 - b) \sin.^2 \phi} \dots (P'), \\ & + c (\sin. \phi + \sin. \psi - \sin. \mu) \end{aligned} \right\}$$

dans laquelle μ^* est le θ^* du corollaire précédent: ainsi, l'arc $E^* \mu^*$ se détermine par le moyen du quart d'ellipse; lorsqu'on fera $\phi^* = \psi^*$, on aura donc un nouvel arc qui sera égal au huitième du quart d'ellipse plus une ligne droite; c'est ce qui déterminera le *troisième point de bisection* *H* ou *M*, comme nous l'avons trouvé dans l'*art.* (*XII*).

Maintenant il faut avoir la relation des variables ϕ^* & ψ^* , qui donne l'équation (*P'*), ou qui permet de trouver sur l'arc *BI* une infinité de portions dont la différence soit égale à une ligne droite, comme on l'a déjà trouvé sur les arcs *BA* & *BK*. Pour cela, il faut éliminer ϕ & ψ des trois équations

$$\cos. \phi \cos. \psi = \lambda \sin. \phi \sin. \psi + \cos. \mu;$$

$$\sin. \phi = \frac{(1 + b^*) \sin. \phi^* \cos. \phi^*}{\sqrt{1 - c^2 \sin.^2 \phi^*}};$$

$$\sin. \psi = \frac{(1 + b^*) \sin. \psi^* \cos. \psi^*}{\sqrt{1 - c^2 \sin.^2 \psi^*}};$$

PPPP ij

il est même nécessaire de faire cette élimination sans attribuer à μ la valeur particulière qu'il a dans ce corollaire, afin que le résultat soit général, & qu'on en conclue que l'équation entre φ' & ψ' est toujours de même forme que l'équation (G') entre φ & ψ , sans quoi l'enchaînement de nos corollaires cesseroit quelque part, & ils ne pourroient plus être prolongés à l'infini.

Or on trouvera, en faisant cette élimination avec les précautions convenables, que le résultat en est

$$\cos. \varphi' \cos. \psi' = \lambda' \sin. \varphi' \sin. \psi' + \cos. \mu' \dots (Q');$$

λ' étant $\sqrt{(1 - c' c' \sin.^2 \mu')}$, & μ' un angle qui se déduit de μ par la formule

$$2 \sin.^2 \mu' = 1 + c \sin.^2 \mu - \lambda \cos. \mu;$$

ce qui est la même loi suivant laquelle les angles φ' & ψ' sur la seconde ellipse se déduisent des angles φ & ψ sur la première, de sorte que cet angle μ' est le même que celui de l'équation (P') dans le cas présent, & de l'équation (H') en général.

On pourroit maintenant, à la place de b, c, φ, ψ, μ , qui entrent dans l'équation (P), mettre leurs valeurs en quantités relatives à la seconde ellipse seule, pour obtenir un résultat semblable à l'équation (N), & s'en servir après avoir ôté les accens, pour en obtenir un nouveau. Mais nous ne prolongerons pas davantage cette suite de propositions; & nous nous contenterons de faire encore une remarque sur les amplitudes qui répondent aux points de bissection successifs K, I, H , &c.

Il suit de l'équation (Q'), & de toutes les équations semblables, que si μ est l'amplitude d'un point de bissection, & θ l'amplitude du point suivant, on aura toujours

$$\sin.^2 \theta = \frac{1 - \cos. \mu}{1 + \sqrt{(1 - c' \sin.^2 \mu)}};$$

ainsi, il est facile de continuer aussi loin qu'on voudra la

suite des valeurs de μ dans la même ellipse, ce que nous ne pouvions pas faire commodément par les formules de l'art. XII. Mais il y a une condition que nous avons déjà remarquée, sans laquelle chacun des arcs $E:\mu$ ne pourroit plus être mesuré au moyen du précédent; c'est que l'angle μ' déduit de μ par la formule

$$2 \sin.^2 \mu' = 1 + c \sin.^2 \mu - \cos. \mu \sqrt{(1 - c^2 \sin.^2 \mu)},$$

soit la même fonction de c' , que θ est de c , de sorte que la valeur de $\sin. \mu'$, qu'on peut considérer comme une fonction de c' seulement, devienne précisément $\sin. \theta$, en changeant c' en c . Soit $F:c$ ou F , la fonction de c égale à $\sin. \mu$ en général, il faudra, pour que cette condition soit remplie, qu'on ait

$$F:c' = \frac{(1+c)F}{1+cF^2}.$$

On trouve aisément, par les premières valeurs de $\sin. \mu$, qui sont 1, $\frac{1}{\sqrt{(1+c)}}$, &c. & d'ailleurs, par les propositions contenues dans nos corollaires, que cette condition est remplie dans les premiers cas: or il suffit qu'elle le soit dans un pour l'être dans tous les autres à l'infini; car $\sin. \theta$ étant la valeur suivante de $\sin. \mu$, si on fait $\sin. \theta = G:c$ ou G , ce qui donnera

$$G = \frac{1 - \sqrt{(1 - F^2)}}{1 - \sqrt{(1 - c^2 F^2)}},$$

on trouvera, en combinant cette équation avec la précédente, que la fonction G a la même propriété que la fonction F , & qu'on a en général,

$$G' = \frac{(1+c)G}{1+cG^2}.$$

Ainsi, il n'y a plus de doute sur la possibilité de trouver une infinité d'arcs BK , BI , BH , &c. dont les longueurs soient mesurées par la moitié, le quart, le huitième, &c.

du quart d'ellipse, plus une ligne droite : nous avons même, sur les amplitudes de ces arcs, deux propriétés remarquables ; la première, que si μ & θ sont deux amplitudes consécutives, on aura

$$\sin.^2 \theta = \frac{1 - \cos. \mu}{1 - \sqrt{(1 - e^2 \sin.^2 \mu)}};$$

la seconde, que $\sin. \mu$ étant en général une fonction de e ; désignée par $F : e$ ou F , on aura

$$F : \frac{2\sqrt{e}}{1+e}, \text{ ou } F : e' = \frac{(1+e)F}{1+eF^2}.$$

Cette dernière propriété, indépendante du quantième de l'angle μ , donneroit la forme générale de $\sin. \mu$, au moins par une suite ; par exemple,

$$\sin. \mu = A + \frac{A(1-A^2)}{4} e^2 + \frac{A(1-A^2)(9-4A^2)}{64} e^4 + \&c.$$

& quant au coëfficient A qui reste indéterminé, il est clair qu'il doit être $\sin. \frac{180^\circ}{n}$, n étant le quantième de l'angle μ .

Le quart d'ellipse BKA , se trouve divisé aux points I, K, L , de manière que les quatre arcs BI, IK, KL, LA , ont entre eux & avec le quart du quart d'ellipse, des différences données & assignables en ligne droite. S'il falloit diviser le même quart d'ellipse en huit parties de cette sorte, ou en seize, en trente-deux, &c. l'article précédent seroit insuffisant ; mais ce que nous avons démontré dans celui-ci résout pleinement la question. En effet, nous avons fait voir que sur l'arc BK (ainsi que sur tous les autres BI, BH , &c. ou AK, AL, AM , &c.) étant pris à volonté un point g , on en peut trouver un autre p , tel que la différence des arcs Bg, pK soit une ligne droite. Supposons donc que Bg soit, par exemple, l'arc qui se mesure par le seizième du quart d'ellipse plus une ligne

droite, Kp se mesurera pareillement par le seizième du quart d'ellipse, plus ou moins une ligne droite. Donc, on peut diviser le quart d'ellipse en 2, 4, 8, 16, &c. parties dont les différences soient assignables en ligne droite.

J'observerai enfin qu'on auroit pu trouver tous les résultats de cet article, par le moyen de l'équation (F'), combinée avec le théorème de Fagnani, mais moins simplement que par l'équation d'Euler, dont nous avons fait usage. En effet, l'équation (F') donneroit

$$\begin{aligned} 2(1 + c')(E''\phi'' + E''\downarrow'' - E''\mu'') \\ = (2 + b')(E'\phi' + E'\downarrow' - E'\mu') \\ - \frac{1}{2}b'(1 + b')(E\phi + E\downarrow - E\mu) \\ - \frac{1}{2}b'(1 - b')(\sin.\phi + \sin.\downarrow - \sin.\mu) \\ + 2c'(\sin.\phi' + \sin.\downarrow' - \sin.\mu'). \end{aligned}$$

Soit

$$\downarrow = 180^d - \phi, \text{ \& } \mu = 180^d,$$

on aura

$$E\phi + E\downarrow - E\mu = 0;$$

soit encore

$$b' \text{ tang. } \phi' \text{ tang. } \downarrow' = 1,$$

ce qui donne

$$E'\phi' + E'\downarrow' - E'\mu' = (1 - b')\sin.\phi;$$

donc

$$E''\phi'' + E''\downarrow'' - E''\mu'',$$

sera égal à une ligne droite, & on pourra continuer ainsi à l'infini.

Il paroît aussi qu'on auroit pu parvenir aux mêmes résultats, mais d'une manière moins directe, en combinant l'expression d'un arc d'hyperbole, avec la propriété connue

672 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE
des arcs de cette courbe dont la différence est égale à une
ligne droite.

(XVI.)

*Formule plus générale que les précédentes, d'où résultent
de nouvelles propositions sur la comparaison des
Arcs elliptiques.*

SANS recourir à l'enchaînement des deux ellipses dont
nous avons fait usage dans l'article précédent, on peut
parvenir tout d'un coup à une formule générale qui a
l'avantage de renfermer toutes les propositions de cet article,
& d'en offrir un grand nombre d'autres. En effet, les
angles ϕ, \downarrow, μ , ayant entr'eux la relation contenue dans
l'équation

$$\cos. \phi \cos. \downarrow = \lambda \sin. \phi \sin. \downarrow + \cos. \mu \dots \dots (\alpha),$$

où l'on a $\lambda = \sqrt{1 - e^2 \sin.^2 \mu}$,

il faut, par ce qui précède, qu'en regardant μ comme
constante, la différentielle

$$d\downarrow \sqrt{1 - e^2 \sin.^2 \downarrow} + \phi \sqrt{1 - e^2 \sin.^2 \phi},$$

soit intégrable algébriquement, au moins pour certaines
valeurs de μ . Or on trouve que l'intégration réussit quel que
soit μ , & qu'on a cette formule générale

$$\left. \begin{aligned} E\phi + E\downarrow - E\mu &= e^2 \sin. \mu \sin. \phi \sin. \downarrow = \frac{e^2 \sin. \mu \sin. \phi}{1 - e^2 \sin.^2 \mu \sin.^2 \phi} \\ 1. [\sin. \mu \cos. \phi \sqrt{1 - e^2 \sin.^2 \phi} - \sin. \phi \cos. \mu \sqrt{1 - e^2 \sin.^2 \mu}] \end{aligned} \right\} \dots (6).$$

Si on fait $\phi = \downarrow = \theta$, ce qui donne

$$\sin.^2 \theta = \frac{1 - \cos. \mu}{1 + \lambda},$$

on aura donc généralement

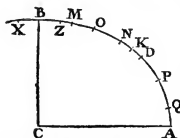
$$2.E\theta - E\mu = e^2 \sin. \mu \sin.^2 \theta = (1 - \lambda) \operatorname{tang.} \frac{1}{2} \mu \dots (\gamma);$$

si on

si on donne à μ les différentes valeurs que nous lui avons attribuées dans l'article précédent, on tirera des équations (6) & (7), les conséquences que nous avons déjà obtenues par rapport à l'extension du théorème de Fagnani, & à la bisection du quart d'ellipse.

Mais puisque μ est un angle quelconque, il est clair que les formules (6) & (7) fournissent des propositions beaucoup plus générales que toutes les précédentes. Voici les plus remarquables.

PROPOSITION PREMIÈRE. Ayant pris à volonté



l'arc BD compté depuis le petit axe, avec un point quelconque M sur cet arc, il y aura toujours un point N correspondant au point M , de sorte que la différence des arcs BM , DN fera égale à une ligne droite.

II.^e Donc il y aura sur l'arc BD un point O tel que chacun des arcs BO , OD sera égal à la moitié de l'arc BD plus ou moins une ligne droite.

Le point O est ce que nous appelons le premier point de bisection de l'arc BD ; on en trouvera de même un second, un troisième, &c, de sorte qu'on peut faire la bisection continue de tout arc BD , comme nous avons fait celle du quart d'ellipse.

III.^e Étant donné un arc quelconque BO , avec un point N pour servir d'origine à un second arc, on peut déterminer ce second arc NP ou NM , dans le sens qu'on voudra, de manière que sa différence avec l'arc BO soit une ligne droite.

Car tout se réduit à déterminer l'une des quantités ϕ , ψ , μ par le moyen des deux autres, ce qu'on pourra toujours faire par l'équation (2). Cependant, si on donnoit

Mém. 1786.

Qqqq

l'arc BO avec le point M sur cet arc, & qu'on voulût que l'arc égal à BO plus ou moins une ligne droite, fût dirigé de M vers B ; il faudroit d'abord, en vertu de la proposition première, déterminer le point Z , de sorte que $BZ - MO =$ une ligne droite, ensuite prendre $BX = BZ$, & on auroit visiblement MX pour l'arc cherché, puisque

$$MX - BO = BX - MO = BZ - MO.$$

IV.^e Étant donné un arc quelconque OP (dont l'origine ne soit plus au petit axe) avec un point D pour servir d'origine à un second arc, on pourra déterminer ce second arc DM ou DQ , de manière que sa différence avec l'arc OP soit une ligne droite. Ainsi on peut trouver une infinité d'arcs égaux à un arc donné, à une ligne droite près, & transposer par conséquent un même arc dans tous les points de l'ellipse.

Cette proposition est une suite de la précédente; car à l'aide de la première proposition, on peut trouver d'abord $BN = OP$ plus une ligne droite, & le reste est le même de part & d'autre.

V.^e Quel que soit l'arc OP , & le point N pris sur cet arc, il y aura toujours un point correspondant D , tel que la différence des arcs ON, DP sera égal à une ligne droite.

C'est une suite immédiate de la proposition précédente.

VI.^e Donc sur tout arc OP , il y aura un point K tel que chacun des arcs OK, KP sera égal à la moitié de OP plus ou moins une ligne droite; & par conséquent la bissection indéfinie qui a lieu pour le quart d'ellipse, a lieu également pour un arc quelconque OP .

VII.^e Étant donné un arc BM , dont l'origine est au petit axe, on peut trouver un arc BP qui soit égal à un multiple quelconque de l'arc BN moins une ligne droite. Réciproquement, étant donné l'arc BP , on trouvera par la résolution d'une équation algébrique, l'arc BM , qui soit

un sous-multiple, ou en général une partie rationnelle de l'arc BP plus une ligne droite.

Car l'inverse de la proposition deuxième donnera d'abord l'arc BO égal au double de l'arc BH moins une ligne droite; ensuite, par la proposition troisième, on trouvera $ON = BM$ moins une ligne droite: donc on aura $BN = 3 BM$ moins une ligne droite, & ainsi de suite. Si l'on a de cette manière les arcs multiples, il est clair que les arcs sous-multiples ne dépendront plus que de la résolution des équations algébriques.

Pour en donner un exemple, soit proposé de diviser le quart d'ellipse en trois parties BO, OP, PA , dont chacune soit égale au tiers du quart d'ellipse plus ou moins une ligne droite; l'amplitude au point O étant nommée φ , on trouvera qu'elle dépend de l'équation

$$0 = 1 - 2 \sin. \varphi + 2 c^2 \sin.^3 \varphi - c^4 \sin.^5 \varphi.$$

En général, soit l'arc $BN = 3 BM$ — une ligne droite; l'amplitude de l'arc simple $BM = \varphi'$, celle de l'arc triple $= \varphi'''$, on trouvera pour la triplification des arcs elliptiques, cette formule

$$\sin. \varphi''' = \frac{3 - 4(1 + c^2) \sin.^2 \varphi' + 6 c^2 \sin.^4 \varphi' - c^4 \sin.^6 \varphi'}{1 - 6 c^2 \sin.^4 \varphi' + 4 c^4 (1 + c^2) \sin.^6 \varphi' - 3 c^6 \sin.^8 \varphi'} \cdot \sin. \varphi'.$$

Ainsi l'équation à résoudre pour la trisection, est du neuvième degré; elle se réduit cependant au quatrième, comme on vient de le voir, lorsque $\varphi''' = 90^\circ$.

VIII^e La proposition précédente peut être étendue à tous les arcs OP non terminés au petit axe.

Car, en vertu de cette proposition, on pourra trouver

$$BM = \frac{m}{n} BO + \text{une ligne droite;}$$

$$\& \quad BN = \frac{m}{n} BP + \text{une ligne droite,}$$

$$\text{donc } MN = \frac{m}{n} OP + \text{une ligne droite.}$$

Qq q q ij

Ensuite on changera à volonté l'origine de l'arc MN au moyen de la proposition quatrième.

IX.^e Deux arcs étant donnés par-tout où l'on voudra sur une ellipse, on peut trouver un arc égal à leur somme ou à leur différence, plus ou moins une ligne droite; on peut fixer en même-temps l'origine de cet arc à volonté, ainsi que sa direction.

C'est une suite immédiate de la proposition quatrième.

Ainsi toutes les comparaisons qu'on fait ordinairement des arcs de cercle par voie d'analyse, ont lieu également pour les arcs d'ellipse, à la ligne droite près qui affecte tous les résultats; mais qu'on peut faire disparaître dans plusieurs cas, lorsque l'origine de l'arc cherché est arbitraire.

Au reste, il est évident que les arcs d'hyperbole offriroient des propriétés semblables, à cause de leur correspondance avec les arcs d'ellipse.

Je ne terminerai point cet article sans avertir que la plupart des propositions qui y sont contenues, ont été découvertes & publiées par M. Euler, dans le *tome VII* des nouveaux Mémoires de Pétersbourg, & dans quelques autres ouvrages, ce que j'ignorois, lorsque je me suis occupé de ces recherches. Mais la différence des méthodes peut jeter un nouveau jour sur cette matière, & d'ailleurs la comparaison des arcs de différentes ellipses dont il est question dans l' *article XIII* , n'a encore été traitée par personne que je sache.

(X V I I .)

Intégration de quelques formules qui conduisent à la comparaison des Arcs d'ellipse, dans des cas particuliers.

Si l'on représente par Z^m l'intégrale $\int \frac{z^m dz}{\sqrt{(1-z^2)}}$ prise depuis $z = 0$, jusqu'à $z = 1$, on aura en général

$$Z^m = \frac{m-1}{m} Z^{m-2}.$$

Or on fait que

$$Z^0 = \frac{\pi}{2} \text{ \& } Z^1 = 1.$$

Soit donc

$$Z^{\frac{1}{2}} = A, Z^{-\frac{1}{2}} = B,$$

\& on aura

$$\begin{array}{llll} Z^0 = \frac{\pi}{2} & Z^1 = 1. & Z^{\frac{1}{2}} = A & Z^{-\frac{1}{2}} = B \\ Z^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\pi}{2} & Z^{\frac{3}{2}} = \frac{3}{2} & Z^{\frac{3}{4}} = \frac{3}{4} A & Z^{\frac{1}{4}} = \frac{1}{4} B \\ Z^{\frac{3}{4}} = \frac{1.3}{2.4} \cdot \frac{\pi}{2} & Z^{\frac{5}{4}} = \frac{3.4}{3.5} & Z^{\frac{5}{8}} = \frac{3.7}{5.9} A & Z^{\frac{3}{8}} = \frac{1.5}{3.7} B \\ Z^{\frac{5}{8}} = \frac{1.3.5}{2.4.6} \cdot \frac{\pi}{2} & Z^{\frac{7}{8}} = \frac{3.4.6}{3.5.7} & Z^{\frac{7}{16}} = \frac{3.7.11}{5.9.13} A & Z^{\frac{5}{16}} = \frac{1.5.9}{3.7.11} B \\ \&c. & \&c. & \&c. \end{array}$$

d'où l'on tire

$$\begin{array}{ll} Z^6 Z^7 = \frac{1}{7} \cdot \frac{\pi}{2} & Z^{\frac{1}{2}} Z^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{12} A B \\ Z^8 Z^9 = \frac{1}{9} \cdot \frac{\pi}{2} & Z^{\frac{3}{4}} Z^{\frac{1}{4}} = \frac{1}{17} A B \\ Z^{10} Z^{11} = \frac{1}{11} \cdot \frac{\pi}{2} & Z^{\frac{5}{8}} Z^{\frac{3}{8}} = \frac{1}{21} A B \\ \&c. & \&c. \end{array}$$

\& en général,

$$\begin{array}{l} Z^{2n} Z^{2n+1} = \frac{1}{2n+1} \cdot \frac{\pi}{2}; \\ Z^{2n+\frac{1}{2}} Z^{2n-\frac{1}{2}} = \frac{1}{4n+1} A B. \end{array}$$

Mais n étant infini,

$$Z^{2n}, Z^{2n+1}, Z^{2n+\frac{1}{2}}, Z^{2n-\frac{1}{2}},$$

sont des quantités égales; donc on aura $A B = \pi$.

$$\int \frac{z^{\frac{1}{2}} dz}{\sqrt{(1-z^2)}} \times \int \frac{z^{-\frac{1}{2}} dz}{\sqrt{(1-z^2)}} = \pi;$$

on trouveroit de même

$$\int \frac{z^{\frac{1}{2}} dz}{\sqrt{(1-z^2)}} \times \int \frac{z^{-\frac{3}{2}} dz}{\sqrt{(1-z^2)}} = \frac{1}{2} \pi.$$

Nous allons voir que la première de ces formules fournit un théorème remarquable.

Soit $z = \cos^2 \phi$, les deux intégrales A & B deviendront

$$\int \frac{d\phi \cos^2 \phi \sqrt{1}}{\sqrt{(1 - \frac{1}{2} \sin^2 \phi)}} \quad \& \quad \int \frac{d\phi \sqrt{1}}{\sqrt{(1 - \frac{1}{2} \sin^2 \phi)}};$$

soit $c^2 = \frac{1}{2}$, & à l'ordinaire, $c' = \frac{1}{1+c}$, ces intégrales prises depuis $\phi = 0$ jusqu'à $\phi = 90^\circ$ seront, par les formules (D'')

$$\begin{aligned} \int \frac{d\phi}{\sqrt{(1 - c^2 \sin^2 \phi)}} &= 4E1 - 2(1+c)E'1; \\ \int \frac{d\phi \cos^2 \phi}{\sqrt{(1 - c^2 \sin^2 \phi)}} &= \int (2\Delta d\phi - \frac{d\phi}{\Delta}) \\ &= -2E1 + 2(1+c)E'1; \end{aligned}$$

donc on aura

$$\frac{\pi}{2} = [4E1 - 2(1+c)E'1][2(1+c)E'1 - 2E1];$$

ou

$$\frac{\pi}{8} = -2(E1)^2 + 3(1+c)(E1)(E'1) - (1+c)^2(E'1)^2.$$

Ainsi, l'ellipse $E'1$, dont l'excentricité est $\frac{\sqrt{(1+\frac{1}{2})}}{1+\frac{1}{2}\sqrt{1}}$, peut se rectifier, par le moyen du cercle & de l'ellipse $E1$, dont

l'excentricité est $\frac{1}{\sqrt{2}}$: résultat intéressant auquel est parvenu M. Landen (*page 35 de l'ouvrage cité*). Mais en vertu de notre formule (*E'*), on peut étendre cette proposition à toutes les ellipses de la même suite, & conclure que toutes ces ellipses seront rectifiables par le moyen d'une seule d'entr'elles & du cercle.

L'ellipse dont l'excentricité est $\sqrt{\frac{1}{2}}$ est remarquable en ce que l'excentricité est égale au demi-axe conjugué; de sorte que cette ellipse tient précisément le milieu entre le cercle & l'ellipse infiniment aplatie ou la ligne droite. On retrouve cette même ellipse dans la rectification de l'hyperbole équilatère, & il est clair par conséquent que la différence de l'asymptote à la courbe, ne dépend alors que d'une ellipse & du cercle.

Proposons-nous maintenant d'intégrer les deux formules

$$F = \int \frac{x^{-\frac{1}{2}} dx}{\sqrt{(1-x^2)}}, \quad G = \int \frac{x^{\frac{1}{2}} dx}{\sqrt{(1-x^2)}}$$

dont le produit $= \frac{1}{2} \pi$, en les supposant étendues depuis $x = 0$, jusqu'à $x = 1$.

Je fais dans la première $x^{\frac{1}{2}} = y^{-1}$, & j'ai la transformée $F = \frac{1}{2} \int \frac{dy}{\sqrt{(y^4 - 1)}}$, nouvelle intégrale qui doit être prise depuis $y = 1$ jusqu'à $y = \infty$.

Pour la ramener à nos formules, je me sers de la méthode de l'article VI, & faisant $y = \frac{a + ez}{1 - z}$, je trouve que pour faire disparaître les puissances impaires de z sous le radical, il faut supposer

$$a = \sqrt{3} + 1, \quad e = \sqrt{3} - 1;$$

alors on a

$$\frac{dy}{\sqrt{(y^4 - 1)}} = \frac{2\sqrt{3}}{\sqrt{(9 + 6\sqrt{3})}} \cdot \frac{dz}{\sqrt{[(1 - z^2)(1 + (2 - \sqrt{3})^2 z^2)]}}.$$

Soit

$z = \cos. \phi$, & $c = \frac{1}{2} \sqrt{(2 - \sqrt{3})} = \sin. 15^\circ$,
on aura la différentielle

$$\frac{1}{\sqrt[3]{3}} \cdot \frac{d\phi}{\sqrt{(1 - c^2 \sin^2 \phi)}}$$

à intégrer depuis $\phi = 0$, jusqu'à $\phi = 180^\circ$. L'intégrale
sera par conséquent

$$\frac{1}{\sqrt[3]{3}} (E 1 - c \frac{dE 1}{dc});$$

ou suivant les formules (*D''*),

$$\frac{1}{(1 - c^2)\sqrt[3]{3}} [2 E 1 - (1 + c) E' 1];$$

donc l'intégrale

$$F = \frac{12(2 - \sqrt{3})}{\sqrt[3]{3}} (2 E 1 - (1 + c) E' 1).$$

Maintenant, si dans la seconde intégrale

$$G = \int \frac{x^{\frac{1}{2}} dx}{\sqrt{(1 - x^2)}},$$

on fait $x^{\frac{1}{2}} = y$, on aura

$$\frac{2}{3} G = \int \frac{y dy}{\sqrt{(1 - y^2)}};$$

cette intégrale devant être prise depuis $y = 0$, jusqu'à
 $y = 1$. On pourroit faire $1 - y = z^2$, & on auroit

$$\frac{y dy}{\sqrt{(1 - y^2)}} = \frac{-(1 - z^2)^{\frac{1}{2}} dz}{\sqrt{(z^6 - 3z^2 + 3)}};$$

mais comme les facteurs de $z^6 - 3z^2 + 3$ seroient
imaginaires, du moins en leur donnant la forme

$$(z^2 + \alpha)(z^2 + \epsilon),$$

nous ne pourrions pas faire usage des méthodes que nous
avons exposées dans le *Mémoire précédent*. La même
difficulté

difficulté se rencontre lorsqu'on se propose d'intégrer en général la différentielle

$$\frac{(az + c) dz}{\sqrt{(yz + d)(A + Bz + Cz^2)}};$$

les facteurs de $A + Bz + Cz^2$ étant imaginaires.

Mais alors il y a une substitution fort simple à employer, qui consiste à rendre rationnel $\sqrt{A + Bz + Cz^2}$.

Dans le cas présent, nous avons à intégrer la formule

$$\frac{y dy}{\sqrt{(1-y)(1+y+yy)}}.$$

& pour rendre rationnelle $\sqrt{(1+y+yy)}$, nous ferons

$$2y + 1 + 2\sqrt{(1+y+yy)} = q,$$

ce qui donnera la transformée

$$\frac{y dy}{\sqrt{(1-y^2)}} = \frac{\frac{1}{2}q^{-\frac{1}{2}}dq(q^2-2q-3)}{\sqrt{(3+6q-q^2)}}.$$

Mais en différenciant la quantité

$$Z = q^{-\frac{1}{2}}\sqrt{(3+6q-q^2)},$$

on a

$$dZ = \frac{-\frac{1}{2}q^{-\frac{1}{2}}dq(q^2+3)}{\sqrt{(3+6q-q^2)}};$$

donc

$$\frac{y dy}{\sqrt{(1-y^2)}} = dZ + \frac{q^{-\frac{1}{2}}dq(q-1)}{\sqrt{(3+6q-q^2)}}.$$

La transformation que nous avons faite a produit cet avantage, que maintenant les deux facteurs de $3+6q-q^2$ sont réels, savoir

$$(a-q)(c+q),$$

en faisant

$$a = 2\sqrt{3} + 3,$$

$$c = 2\sqrt{3} - 3.$$

Mém. 1786.

Rrrr

Soit donc $q = a \operatorname{cof.}^2 \varphi$, & on aura

$$\frac{q^{-\frac{1}{2}} dq (q-1)}{\sqrt{(3+6q-q^2)}} = \frac{-2d\varphi (a \operatorname{cof.}^2 \varphi - 1)}{\sqrt{(6+a \operatorname{cof.}^2 \varphi)}} \\ = -2d\varphi \sqrt{(a+6-a \sin.^2 \varphi)} + \frac{2d\varphi (1+6)}{\sqrt{(a+6-a \sin.^2 \varphi)}}.$$

Faisant

$$\frac{a}{a+6} = \frac{2+\sqrt{3}}{4} = e^2,$$

e étant l'excentricité de l'ellipse nécessaire à l'intégration, on aura l'intégrale

$$-2\sqrt{(a+6)} \cdot E(e, \varphi) + \frac{2(1+6)}{\sqrt{(a+6)}} (E - e \frac{dE}{de}) \\ = -\frac{2(\sqrt{3}+1)}{\sqrt{3}} E(e, \varphi) - \frac{2(\sqrt{3}-1)}{\sqrt{3}} \cdot e \frac{dE}{de};$$

donc l'intégrale indéfinie

$$\int \frac{y dy}{\sqrt{(1-y^2)}} = \sqrt{\left(\frac{3}{q}+6-q\right)} - \frac{2(\sqrt{3}+1)}{\sqrt{3}} E \\ - \frac{2(\sqrt{3}-1)}{\sqrt{3}} \cdot e \frac{dE}{de} + \text{const.}$$

Maintenant, les limites de notre intégrale étant $y = 0$, $y = 1$, l'intégrale commençant, on aura $q = 3$,

$$\operatorname{cof.} \varphi = \sqrt{\frac{3}{a}} = \sqrt{(2\sqrt{3}-3)},$$

$$\text{ou} \quad \operatorname{tang.} \varphi = \sqrt{\left(\frac{2}{\sqrt{3}}\right)};$$

& l'intégrale finissant, on aura

$$q = 3 + 2\sqrt{3}, \operatorname{cof.} \varphi = 1, \text{ ou } \varphi = 0.$$

Donc, en laissant exprimé par φ , l'angle dont la tangente est $\sqrt{\frac{2}{\sqrt{3}}}$, on aura

$$G = \frac{1}{2} \int \frac{y dy}{\sqrt{(1-y^2)}} = -3 + \frac{2(\sqrt{3}+1)}{\sqrt{3}} E(e, \varphi) \\ + \frac{2(\sqrt{3}-1)}{\sqrt{3}} \cdot e \frac{dE}{de}.$$

A la place de $\frac{dE}{d\lambda}$, on pourroit substituer une autre expression qui renfermeroit un nouvel arc d'ellipse; mais cet arc, non plus que l'arc E , ne peuvent s'exprimer en parties du quart d'ellipse: ainsi, quoique nous sachions que $F \times G = \frac{1}{2}\pi$, il n'y a aucune conséquence remarquable à tirer de ce résultat. Notre but, en apportant ce second exemple, a été simplement de faire voir comment on peut ramener aux méthodes précédentes certaines intégrales qui sembloient leur échapper. Au reste, on trouve à la fin de l'ouvrage cité de M. Landen, des tables d'intégrales plus complètes que celles qui ont paru jusqu'à présent, & qui contiennent sur-tout beaucoup de formules intégrées très-élégamment par des arcs d'ellipse.



OBSERVATIONS

*Sur la régénération de quelques parties du corps
des Poissons.*

Par M. BROUSSONET.

Lû
le 22 Déc.
1787.

DANS certaines classes d'animaux, on voit quelques parties susceptibles de mouvement se reproduire après avoir été détruites; mais cette force reproductive est bien moins sensible dans les êtres animés dont l'organisation est plus parfaite, que dans ceux qu'une organisation moins compliquée semble rapprocher davantage des végétaux.

Dans le grand nombre des expériences qui ont été faites pour prouver la possibilité de la régénération de diverses portions d'un même animal, il en est sans doute dont on a droit de se méfier; & il est arrivé plus d'une fois peut-être, qu'en croyant faire plusieurs portions d'un même individu, on a divisé seulement l'habitation commune à plusieurs, qui, restant entiers dans chaque portion, ont réparé leur demeure: mais de nombreuses observations ne laissent aucun doute sur la reproduction de certains organes dans les animaux marins, dans les vers de terre, les limaçons & un grand nombre d'autres espèces de ces mêmes familles. Les parties même que nous regardons comme essentielles à la vie, telle, entr'autres, que la tête, renaissent dans ces animaux après avoir été enlevées; ce phénomène paroît bien surprenant au premier coup-d'œil, parce que de nombreux exemples nous ont accoutumés à regarder cet organe comme absolument indispensable à l'existence des animaux, quoique l'expérience nous apprenne qu'il leur est d'autant moins essentiel, que ceux-ci ont une organisation moins parfaite. La tortue, dont les diverses parties présentent dans leur structure moins de perfection que celles des animaux à

sang chaud, vit souvent près de deux mois après qu'on lui a enlevé la tête.

Les parties qui offrent des exemples de ces sortes de régénérations, sont, dans la plupart des animaux, molles, d'une substance homogène & presque semblable à celle du reste du corps; elles se reproduisent à peu-près comme les ongles, les cornes, &c. dans les animaux à sang chaud; ce qui doit nous faire regarder comme bien extraordinaire la nouvelle formation de parties composées de substances dures & molles, & formées de plusieurs articulations.

Cette régénération de parties articulées, a été observée dans des animaux de deux ordres bien différens : les uns, tels que les écrevisses, ont le squelette à l'extérieur, c'est-à-dire, que leurs parties molles sont recouvertes par une substance dure; dans les autres, au contraire, tels que les lézards, les salamandres, &c. le squelette est à l'intérieur, la charpente osseuse est recouverte par les parties molles.

On fait que les écrevisses, dont les pattes sont jointes au corps par des articulations très-déliées, sont sujettes à les perdre, mais qu'il leur en pousse de nouvelles au bout de quelques semaines.

La reproduction des pattes de la salamandre a été suivie dans le plus grand détail, par deux observateurs les plus distingués de notre siècle, M. Bonnet & M. Spalanzani : nous leur sommes redevables d'un grand nombre de découvertes sur un des points les plus curieux de la physiologie; mais la régénération des parties articulées n'avoit point encore été examinée dans les poissons, genre d'animaux bien différens de ceux qui ont été déjà observés, & dont le sang n'est jamais qu'à deux ou trois degrés au-dessus de la température de l'élément dans lequel ils vivent.

J'ai coupé, à plusieurs poissons, des portions de leurs différentes nageoires; j'ai répété ces expériences à diverses époques, & j'ai toujours vu ces parties se reproduire peu-à-peu; il m'a paru seulement qu'elles repoussent plus vite

dans les poissons les plus jeunes, & dans quelques espèces plutôt que dans d'autres.

J'ai enlevé une portion des nageoires de quelques poissons dorés de la Chine, & dès le troisième jour, j'ai aperçu sur les bords coupés une espèce de bourrelet blanchâtre; le huitième jour ce bourrelet s'étoit sensiblement étendu, & il ne tarda pas à devenir une membrane qui n'avoit d'abord qu'une ligne de largeur; cette membrane étoit plus épaisse que celle qui formoit la base des nageoires, mais à mesure qu'elle s'étendoit, elle s'amincissoit & devenoit transparente: au bout de trois mois on distinguoit les rudimens des rayons osseux destinés à soutenir la membrane; ils paroissoient être une continuation des osselets de la base; ils n'étoient formés d'abord que par une espèce de gelée.

J'ai coupé à un poisson doré de la Chine, la nageoire droite de la poitrine: dans l'espace de huit mois, cette partie étoit devenue presque aussi grande que la gauche, à laquelle je n'avois pas touché. J'ai répété la même opération sur les nageoires du ventre, le résultat a toujours été le même: il est vrai que quoique les nouvelles nageoires fussent aussi grandes que leurs antagonistes, elles sont restées quelque temps blanches & moins transparentes que les autres.

J'ai fait des sections obliques, transversales, en un mot dans tous les sens, sur la nageoire de la queue de divers poissons; les parties coupées se sont constamment régénérées au bout d'un certain temps. Les poissons soumis à ces expériences perdoient l'équilibre, & leur faculté progressive devenoit moindre à mesure que je leur coupois les nageoires, ils ne parvenaient à reprendre leur position naturelle qu'après que ces parties avoient été réintégrées.

J'ai coupé à quelques poissons toutes les nageoires aussi près du corps qu'il m'a été possible; ces animaux ne pouvoient plus se tenir horizontalement dans l'eau, leur tête étoit penchée vers le fond du vase, ils vacilloient toujours & ils ne parvenaient qu'avec effort à reprendre une position horizontale; leurs nageoires sont revenues très-lentement,

Les mêmes sections ayant été répétées sur plusieurs poissons, j'ai toujours obtenu à peu-près les mêmes résultats. Dans une carpe dont le bord des nageoires avoit été rongé par de petits poissons, de manière que ces parties paroissent frangées, j'ai vu, au bout de quelques mois, les bords redevenir parfaitement unis.

J'ai remarqué que les nageoires se réparent d'ordinaire plus ou moins promptement, suivant qu'elles étoient plus ou moins utiles à l'animal. M. Spalanzani a fait une observation analogue à celle-ci sur les vers de terre, dont il a vu constamment la tête repousser plutôt que la partie postérieure du corps : de même dans les poissons, la nageoire de la queue, la plus utile de toutes les nageoires, puisqu'elle sert à faire exécuter presque tous les mouvemens, a été formée plus promptement que celles du ventre ou de la poitrine ; & celles-ci qui sont destinées à soutenir le poisson à une même hauteur & à favoriser ses mouvemens latéraux, ont été beaucoup plutôt rétablies que celles du dos, dans lesquelles je pouvois à peine distinguer les nouveaux rayons sept mois après les avoir coupés.

La membrane qui forme les premiers rudimens des nageoires a différens degrés d'épaisseur, suivant les diverses espèces de poissons ; elle est composée de deux feuillets, entre lesquels se trouvent logés les osselets ou rayons, formés quelquefois d'une seule pièce dure & piquante, & le plus souvent de plusieurs parties osseuses intimement unies entr'elles par une substance cartilagineuse.

Pour que les nageoires puissent repousser, il faut qu'il reste une partie des osselets ; si cette portion étoit entièrement détruite, de nouvelles nageoires ne prendroient pas la place des premières : c'est ce que j'ai observé sur plusieurs poissons auxquels les nageoires dorsales & une partie du dos avoient été enlevées, & à la place desquelles il s'étoit formé une simple suture.

Quoique les poissons se passent difficilement de ces organes, ils parviennent à suppléer ceux qui leur manquent

par ceux qui leur restent encore. J'ai vu des poissons assez gros vivre plusieurs années quoiqu'ils fussent privés de la moitié du corps, c'est-à-dire, de la portion qui s'étend depuis l'anus jusqu'à l'extrémité de la queue.

On a comparé les ailes des oiseaux aux nageoires des poissons, & les plumes aux rayons de ces parties ; mais il y a une très-grande différence entre ces organes relativement à la manière de se reproduire : on fait que les plumes ne repoussent point lorsqu'elles ont été coupées.

Dans presque tous les poissons, les osselets de la nageoire de la queue sont très-forts & très-multipliés. Si on compare le nombre de ces pièces osseuses avec celui des os des pattes d'une salamandre, on verra qu'il est bien plus considérable : à la vérité, il y a entre ces organes de grandes différences, sur-tout relativement à la manière dont les diverses parties dures s'articulent entr'elles.

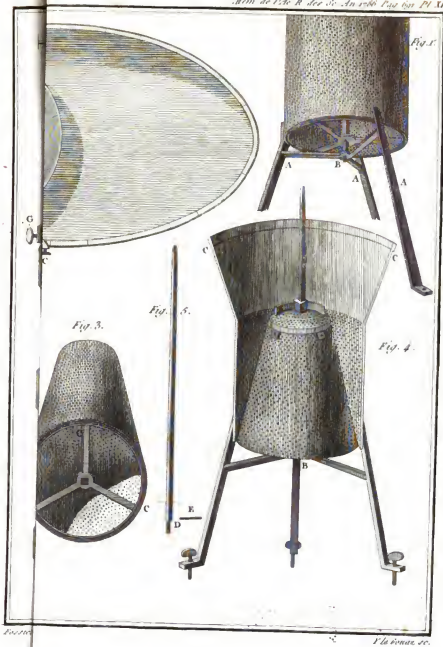
Si la membrane qui forme les nageoires a été déchirée suivant la direction des osselets, les deux portions se rejoignent & forment une espèce de suture qui s'efface peu-à-peu ; on trouve souvent des poissons qui ont plusieurs de ces sutures à leurs nageoires, sur-tout à celles du dos.

Cette faculté régénératrice des nageoires, est d'autant plus utile aux poissons, que ces parties sont continuellement exposées à être déchirées ou coupées, soit par le choc de différens corps, soit par les dents des animaux ; leur accroissement d'ailleurs m'a toujours paru très lent, mais il y a lieu de croire qu'il est plus prompt dans les individus qui sont dans un état de liberté.

Mon but, dans cette simple observation, a été de présenter un fait qui m'a paru pouvoir être de quelque utilité à la physiologie, & d'offrir une nouvelle preuve de la multiplicité des ressources de la Nature, lorsqu'il s'agit de rendre aux corps organisés le premier état de perfection que les causes secondes leur avoient fait perdre.



MOULIN





MOULIN à MOUDRE

LES

POMMES DE TERRE,

Et manière d'en préparer l'amidon ou farine.

Par M. BAUMÉ.

DE toutes les machines qui ont été imaginées pour diviser les pommes de terre convenablement, & d'en tirer la farine, on a reconnu, que la râpe ordinaire, qu'on tient d'une main, tandis qu'on frotte de l'autre les pommes de terre dessus, étoit la plus simple, & celle qui dispose le plus favorablement la pomme de terre à rendre sa farine, & en plus grande quantité: mais cette machine, toute excellente qu'elle est, dans cette seule disposition, ne fournit qu'un moyen long & fort incommode, en ce que l'on ne peut râper ces racines que les unes après les autres, & qu'on s'expose souvent à se blesser les doigts. Mais les avantages qu'on retire des râpes pour la préparation de la farine de pommes de terre, m'ont fait imaginer de les employer dans la construction d'un moulin, dont je vais donner la description.

J'ai fait construire une râpe avec de la tôle de Suède, & je lui ai donné une forme cylindrique (*figure 1*) d'environ sept pouces de diamètre, & d'environ huit pouces de haut; les bavures des trous sont en dedans: cette râpe est portée sur trois pieds *A, A, A*, faits en petit fer plat, de sept pouces de hauteur, attachés solidement à la râpe avec des clous rivés; le bas de chaque pied est coudé d'environ un pouce, & percé chacun d'un petit trou pour recevoir une vis; voyez les pieds de ce moulin, *figure 4*. A un pouce au-dessous de l'extrémité supérieure du trépied, on a attaché en *B* (*figures 1 & 4*)

Mém. 1786.

S f f

4 Mars
1786.

une étoile à trois branches, de petit fer plat, rivé à tenons; pour maintenir solidement l'écartement des pieds; le centre de cette étoile est percé d'un trou carré, pour servir de point d'appui à un arbre ou axe de fer, dont nous parlerons dans un instant.

Le dessus de la râpe cylindrique est garni d'une trémie *C, C, (figure 4)* de tôle, d'environ dix pouces de diamètre, & de cinq pouces de hauteur.

Dans l'intérieur de la râpe cylindrique, on place une seconde râpe, mais conique (*figures 2 & 3*); la pointe du cône est tronquée: cette râpe doit être en forte tôle de Suède, & les bavures des trous doivent être poussées en dehors; ce cône est placé, la base en bas, comme on le voit par la *figure 4*. A la partie supérieure du cône, on attache avec des rivures un petit triangle ou une étoile à trois branches *B, B, B, figure 2*, en petit fer plat; dans le milieu on pratique un trou carré pour recevoir un arbre ou axe: mais pour donner plus de résistance à cette partie du cône, on la renforce par une crapaudine ou calotte de fer, attachée sur la râpe de tôle avec des clous rivés, & également percée d'un trou carré pour laisser passer l'axe.

La *figure 3* représente le même cône, vu de face; la base *C, C, C*, est garnie aussi d'une étoile à trois branches, rivée par trois points, à un cercle de fer posé au bas de l'intérieur du cône; le centre de cette étoile est également percé d'un trou carré pour le passage de l'axe.

La *figure 5* est l'arbre ou axe; c'est une tige de fer, de seize pouces de long, d'environ sept lignes d'équarrissage, ronde par le bas, & ronde aussi par le haut, à l'endroit qui correspond à l'étoile *G, G, G, (figure 7)* pour pouvoir tourner dans ces deux points d'appui, & elle est carrée par son extrémité supérieure, pour recevoir une manivelle d'environ neuf pouces de longueur, avec laquelle on fait tourner la râpe conique: en *D (figure 5)* on pratique un

petit trou pour recevoir une goupille *E*, afin de fixer la râpe conique au niveau de la râpe cylindrique.

La *figure 6* est une baignoire de bois dans laquelle est placé le moulin, représenté en vue d'oiseau. *A, B, C*, est une étoile de fer à trois branches, qu'on attache avec des vis autour de la baignoire; le centre de cette étoile est percé d'un trou rond pour former point d'appui à l'axe lorsqu'on le fait agir.

La *figure 7* représente le moulin placé dans un des bouts d'une baignoire, afin que l'autre soit libre, pour pouvoir agir dans l'intérieur, lorsque cela est nécessaire; on a tronqué une partie de cette baignoire afin de mieux faire voir l'intérieur, & comment le moulin doit être placé. Pour ne pas fatiguer le fond de la baignoire, par des trous de vis, on place sous les pieds du moulin une planche de sapin, taillée comme le fond de la baignoire, d'un pouce d'épaisseur, sur laquelle on fixe les pieds de ce moulin.

Lorsqu'on veut faire usage de ce moulin, on le fixe par le bas, comme nous venons de le dire; on le fixe aussi par le haut, au moyen de l'étoile *G, G, G*, & des vis, *figure 7*: on met de l'eau dans la cave jusqu'à la hauteur de *H, H*; on remplit la trémie de pommes de terre, lavées & coupées, comme nous allons le dire, & on fait agir circulairement la manivelle *I* (*figure 7*); les pommes de terre divisées entre les deux râpes, sortent à mesure par la partie inférieure, à la faveur de l'eau qui baigne le moulin.

On n'est point assujetti à des proportions strictes, dans la construction de ce moulin; mais pour connoître celles que l'expérience m'a appris être bonnes, on a gravé une échelle sur la planche, afin qu'on puisse y avoir recours. Avec ce moulin, on peut moudre cent livres de pommes de terre, en deux heures de temps.

Manière de préparer l'amidon ou farine de pommes de terre.

Pour préparer la farine de pommes de terre, on prend la quantité qu'on veut de ces racines, on les fait tremper dans un baquet plein d'eau, pendant environ une heure; on les monde ensuite de leurs fibres & de leurs tiges; on les frotte une à une avec une brosse un peu rude, pour emporter toute la terre qui se trouve dans leurs sinuosités; on les lave à mesure, & on les jette dans un autre baquet rempli d'eau propre. Lorsqu'on a ainsi disposé la quantité qu'on veut, on coupe par morceaux, gros comme des œufs, les pommes de terre qui sont trop grosses, & on les jette dans le moulin plongé dans la cuve avec de l'eau; un homme fait agit la manivelle: à mesure que ces racines sont râpées, elles passent par le bas du moulin; on ôte de temps de temps, avec une cuiller de bois, la pulpe qui s'y amasse, & on la met à part avec de l'eau.

Lorsque toutes les pommes de terre sont moulues, on réunit toute la pulpe dans un même baquet, on la délaye dans une grande quantité d'eau propre. D'une autre part, on dispose un second baquet très-propre, sur les bords duquel on met en travers deux tringles de bois blanc, pour supporter un tamis de crin un peu clair; on met la pulpe & l'eau sur le tamis, la farine passe à la faveur de l'eau; la pulpe reste sur le tamis, on verse de l'eau dessus, à plusieurs reprises, jusqu'à ce qu'elle coule telle qu'on la met; on jette, comme inutile, la pulpe qui reste sur le tamis: on continue de passer ainsi toute la quantité de racines qu'on a moulu.

La liqueur qui a passé au travers du tamis est trouble & d'une couleur de feuille-morte, à raison de la matière extractive qu'elle tient en dissolution; elle dépose, dans l'espace de cinq ou six heures, toute la farine qu'elle tenoit suspendue. Lorsque le dépôt est formé, on décante la liqueur qu'on jette comme inutile; on verse sur la farine

qui reste au fond du baquet, une grande quantité d'eau très-propre ; on délaye la farine pour la laver , & on laisse reposer la liqueur jusqu'au lendemain. On trouve la farine pareillement déposée ; on décante l'eau qu'on jette comme inutile : on délaye de nouveau la farine dans une nouvelle quantité d'eau , & on passe le mélange au travers d'un tamis de soie un peu ferré : le peu de parenchyme qui avoit passé , avec la farine , au travers du tamis de crin , reste sur celui de soie. On laisse de même reposer la liqueur jusqu'à ce que la farine soit bien rassemblée : si l'eau qui la surnage est parfaitement claire , sans la plus petite apparence de couleur ou de saveur , le lavage est fini ; mais pour peu que cette eau ait de la couleur & de la saveur , il faut la laver encore une fois , afin qu'il ne reste absolument rien de la partie extractive.

Lorsque la farine est suffisamment lavée , on l'enlève du baquet avec une cuiller de bois ; on la met sur des claies d'osier , qu'on a auparavant garnies de papier , pour la faire sécher à l'abri de la poussière : lorsqu'elle est bien sèche , on la fait passer au travers d'un tamis de soie , afin de faire disparaître les grumeaux , s'il s'en trouvoit ; alors , on la conserve dans des vases de verre , bouchés seulement avec du papier.

R E M A R Q U E S .

Presque toutes les farines de pommes de terre qu'on trouve dans le commerce , contiennent un peu de sable , qu'on sent sous les dents ; il provient de ce que les pommes de terre ont été mal lavées : le sable qui se trouve dans les nœuds & dans les plis de ces racines , n'est pas toujours facile à ôter. L'opération de nettoyer ces racines , simple en apparence , exige néanmoins beaucoup de soins & d'attention ; on peut dire la même chose des soins qu'il faut pour conserver la blancheur de la farine. Cette fécule est parfaitement blanche ; si on veut l'obtenir telle , il faut qu'elle soit bien séparée , par un lavage suffisant , de toute

la matière extractive ; il faut aussi la préparer dans des vaisseaux très-propres , qui ne puissent rien lui communiquer ; ceux de grès ou de faïence , seroient les plus convenables , mais ils sont impraticables dans un travail en grand ; on est forcé de faire usage de baquets , il faut alors , autant qu'on le peut , n'employer que des baquets de bois blanc ; ceux de bois de chêne communiquent toujours plus ou moins de couleur , à moins qu'ils n'aient été épuisés de la matière extractive , pour avoir contenu de l'eau long-temps & souvent.

Au moyen de ce que le moulin est plongé dans de l'eau , il ne s'engorge jamais ; mais comme l'amas des racines râpées se fait immédiatement au-dessous , il convient d'ôter cet amas , de temps en temps , pour prévenir tout engorgement. On peut , si l'on veut , laver la pulpe à mesure qu'elle se présente ; alors on la met sur le tamis de crin , à mesure qu'on l'obtient , & on verse par-dessus assez d'eau pour faire couler la farine : ce qui reste sur le tamis est le parenchyme pulpeux de la racine privée de la fécule , dont nous parlons ; cette matière est très-nourrissante , on peut la faire cuire dans de l'eau , & en nourrir des animaux ; c'est un objet essentiel qui mérite quelques considérations , sur-tout lorsqu'on fait cette préparation très-en grand , parce qu'il reste environ les sept huitièmes de cette matière , qu'il est bon de ne pas perdre.

La première séparation qu'on fait de la pulpe , au travers d'un tamis de crin , est très-commode pour se débarrasser promptement du très-grand volume de cette pulpe : s'il en passe un peu au travers du tamis , elle se dépose la dernière à la surface de la farine , & elle lui communique une couleur sale , mais cela ne doit pas inquiéter ; comme elle est plus grossière que cette farine , elle en est séparée aisément par le tamis de soie , dont nous avons parlé précédemment.



RECHERCHES

*Sur l'intégration d'une espèce singulière d'Équations
à différences finies.*

Par M. CHARLES.

Lû
le 26 Juillet
1788.

SOIT l'équation

$$\downarrow(ax^2 + mx + n) - P\downarrow(bx^2 + px + q) = R: P \& R$$

font des fonctions de x ; $a, m, n; b, p, q$, font des constantes.

Je me propose de faire voir qu'on peut intégrer cette équation dans une infinité de cas; & ce qu'il y a de plus remarquable, qu'on obtient alors deux intégrales complètes.

Pour remplir cet objet, je suppose

$$ax^2 + mx + n = b(x\varpi + \phi)^2 + p(x\varpi + \phi) + q;$$

ϖ & ϕ étant deux constantes indéterminées. Cette supposition donnera

$$\text{I. } a = b\varpi^2,$$

$$\text{II. } m = 2b\varpi\phi + p\varpi,$$

$$\text{III. } n = b\phi^2 + p\phi + q.$$

La première de ces équations donne deux valeurs de ϖ , qui sont $\sqrt{\frac{a}{b}}$ & $-\sqrt{\frac{a}{b}}$.

$$\text{La seconde donne } \phi = \frac{m - p\varpi}{ab\varpi}.$$

Substituant dans la troisième pour ϖ & ϕ leurs valeurs, elle deviendra équation de condition entre les constantes données a, m , &c. Cette équation de condition est

$$4ab(n - q) = m^2b - p^2a.$$

On aura donc, quand cette équation sera vérifiée,

$$\downarrow \{ F(x^w + \phi) - P \downarrow [F(x)] \} = R,$$

qui s'intègre par des méthodes connues, & qui aura deux intégrales complètes.

E X E M P L E.

$$\downarrow (4x^3 + 14gx + 13g^3) - \downarrow (x^3 + gx + g^3) = x^3 + kx.$$

Prenant

$$w = 2 \text{ \& } \phi = 3g;$$

on aura

$$\begin{aligned} \downarrow (x^3 + gx + g^3) &= \frac{x^3}{3} + (k - 4g)x + 3g(3g - k) \frac{\log.(\frac{x}{g} + 3)}{\log. 2} \\ &+ \chi \left[\sin. 2\pi \frac{\log.(\frac{x}{g} + 3)}{\log. 2} \right]. \end{aligned}$$

Prenons maintenant

$$w = -2 \text{ \& } \phi = -4g,$$

nous aurons

$$\begin{aligned} \downarrow (x^3 + gx + g^3) &= \frac{x^3}{3} + \frac{(16g - 3k)x}{9} \\ &+ \frac{16g^3 - 12kg}{9} \frac{\log.(\frac{x}{g} + \frac{4}{3})}{\log. -2} + u \left[\sin. 2\pi \frac{\log.(\frac{x}{g} + \frac{4}{3})}{\log. -2} \right]. \end{aligned}$$

Et généralement, si on a

$$\downarrow [a(x + g)^\mu + n] - P \downarrow (bx^\mu + n) = R;$$

on fera

$$a(x + g)^\mu = b(x^w + \phi)^\mu = b^w (x + \frac{\phi}{w})^\mu;$$

ce qui donnera

$$a = b \pi^\mu \text{ \& } g = \frac{\phi}{\pi};$$

c'est-à-dire, μ valeurs de π & autant de ϕ , puisque $\phi = g \pi$ (on suppose μ entier).

On aura donc μ intégrales complètes, mais deux au plus seront réelles d'une manière continue; les autres ne donneront généralement que des points conjugués: bien entendu que tout est réel dans la proposée.

Mais quand il n'y aura aucune intégrale complète & réelle, on pourra quelquefois en obtenir une incomplète & réelle.

L'équation

$$\downarrow(ax^\mu + n) - P\downarrow(bx' + n) = R,$$

donne des résultats analogues.



SUITE DES RECHERCHES

SUR UNE

ÉQUATION SINGULIÈRE.

Par M. CHARLES.

LES intégrales dont il est question dans le Mémoire précédent, tomberont quelquefois dans un cas que j'ai discuté il y a plusieurs années, & qui est imprimé dans le *tome X* des Savans étrangers; je veux dire, que quelquefois les fonctions arbitraires pourront changer. Je vais rappeler en peu de mots cette théorie, & la présenter sous un point de vue un peu différent.

Pour abrégé, j'écrirai mon équation de la manière suivante, $\downarrow - P\downarrow = R$. Je la regarderai comme l'équation d'une courbe dont \downarrow & x seront les coordonnées, \downarrow répondant à l'abscisse x , & \downarrow à l'abscisse $x \varpi + \phi$, que j'appellerai ' x '.

Maintenant, si je dois construire cette courbe entre des coordonnées rectangles, je mènerai deux droites AV & AT perpendiculaires entre elles; l'une AV , par exemple, sera l'axe des \downarrow , & l'autre celui des x . Je mènerai ensuite la ligne AZ , qui divise l'angle droit VAT en deux parties égales; enfin, je mènerai la ligne RS telle, qu'en nommant AP, x , & $PD, 'x$, on ait $'x = x \varpi + \phi$; j'appellerai cette ligne la ligne des ' x '. Cela fait, je prendrai une première abscisse AP ; j'élèverai par le point P une perpendiculaire PM qui sera la première ordonnée, ou la valeur de \downarrow ; je prolongerai cette ordonnée jusqu'à ce qu'elle aille rencontrer en D la ligne des ' x '; je mènerai par D la parallèle $D'K$ à AT , qui rencontre en ' K ' la ligne AZ , menée sous 45^d; enfin, par ' K ', je mènerai la perpendiculaire ' $P'D$ '; alors $A'P$ sera évidemment ' x ou $x \varpi + \phi$.

Portant donc de $'P$ en $'M$ la valeur de $'\downarrow$, qui est déterminée par l'équation, $'M$ sera un second point de la courbe par le moyen duquel on déterminera un troisième $'M$ de la même manière, & ainsi des autres. Entre M & $'M$, on donnera tant d'autres points qu'on voudra, & pour chacun d'eux, on aura une suite de points consécutifs; mais si les arbitraires doivent être des constantes absolues, on ne pourra pas donner d'autres points entre M & $'M$; & comme une plus grande généralité est inutile à mon objet, je m'en tiendrai à cette dernière supposition.

Or, une remarque importante à laquelle cette construction donne lieu, c'est que dans l'exemple supposé par la figure, les points consécutifs donnés par le point M , tels que $'M$ $'M$, &c. quand on les prendroit en nombre infini, seront tous en-deçà de la perpendiculaire FB , menée sur AT par l'intersection F des lignes RS & AZ ; les points D, K s'approcheront continuellement de F sans y arriver, & ce point F pourra être regardé comme leur point asymptotique.

Donc l'intégrale sera déterminée par le point M jusqu'au point B seulement, le long des abscisses positives; donc il faut donner un autre point à la droite de FB , pour déterminer l'intégrale sur le reste des abscisses positives, à commencer du point B jusqu'à l'infini; & par conséquent la constante pourra changer de valeur à la droite du point B .

Effectivement, à quoi doit satisfaire la courbe intégrale? elle doit vérifier une équation donnée entre deux ordonnées consécutives; mais la position de ces ordonnées est déterminée par le système de différenciation, de manière qu'elles tomberont toujours d'un même côté relativement à BF . Donc, chaque courbe vérifiant en particulier l'équation, l'ensemble de ces courbes, entre lesquelles toute communication est interceptée, la vérifiera aussi.

On conçoit que cette remarque s'étend aux équations d'un ordre quelconque; par exemple, si on a

$$\Delta \left(\frac{\Delta \downarrow}{\Delta x} \right) = 0,$$

Tttt ij

$$\Delta \downarrow = a \Delta x; \downarrow = ax + b,$$

& cette équation sera vérifiée par la ligne brisée MNM .

Soit

$$a = 1 - m \Delta v \text{ \& } \phi = k \Delta v;$$

nous aurons

$$\Delta x = \Delta v (k - mx), \text{ \& } AB = \frac{1}{m};$$

quantité indépendante de Δv .

Cela posé, si on fait varier Δv , le système de différenciation variera, mais variera de manière que la ligne des 'x tournera autour du point fixe F ; & si on diminue Δv jusqu'à le rendre 0, la ligne Rs tournant autour du point fixe & asymptotique F , finira par se confondre avec Az , mais sans cesser de couper cette dernière ligne en F , comme font deux rayons de courbure menés infiniment près l'un de l'autre.

Maintenant, sans prétendre insister beaucoup sur une proposition qui a déjà trop occupé l'Académie, je crois pouvoir dire que la ligne brisée MNM vérifiera la proposée, quelle que soit la position de Rs (pourvu toutefois qu'elle passe toujours par le point asymptotique F), & qu'ainsi, il seroit difficile de soutenir qu'elle ne la vérifie plus quand cette ligne est enfin tombée sur Az ; mais dans ce cas,

$$\Delta \left(\frac{\Delta \downarrow}{\Delta x} \right) = 0$$

devient

$$d \left(\frac{d \downarrow}{dx} \right) = 0.$$

Donc, pour ce système de différenciation, dans l'équation

$\downarrow = ax + b$, regardée comme l'intégrale de l'équation en différences infiniment petites

$$d \left(\frac{d \downarrow}{dx} \right) = 0,$$

les constantes peuvent changer, comme elles changent dans l'équation

$$\Delta \left(\frac{\Delta \downarrow}{\Delta x} \right) = 0,$$

dont

$$d \left(\frac{d \downarrow}{dx} \right) = 0,$$

est limite; & en général l'équation en différences finies règle le nombre de fois que les constantes peuvent changer, & le lieu, dans l'équation en différences infiniment petites, qui en est limite.

Au reste, je dois avouer que quand j'ai avancé, il y a neuf ans, que l'équation $dd\downarrow = 0$ étoit vérifiée par un polygone rectiligne, je ne me suis pas exprimé exactement; car pour avoir $\downarrow = ax + b$, il faut écrire pour première intégrale $d\downarrow = a dx$, ce qui suppose dx constant, & par conséquent exclut le système de différenciation qui peut faire changer les constantes.

J'aurois dû écrire $d \left(\frac{d \downarrow}{dx} \right) = 0$. Dans le système dont il est ici question, nous avons

$$dx = dv (k - mx)$$

où dv est constant, & l'équation $dd\downarrow = 0$ donneroit

$$d\downarrow = a dv = \frac{a dx}{k - mx} \text{ \& } \downarrow = b - \frac{a}{m} \log. \left(1 - \frac{mx}{k} \right),$$

où les constantes peuvent changer.

Observation sur les logarithmes des nombres négatifs.

En nommant X la première abscisse AP , prise à la gauche

du point B , & conservant x pour désigner celle qui occupe le rang indéterminé μ , on trouvera facilement

$$x = X(1 - m \Delta v)^\mu + k \Delta v \frac{(1 - m \Delta v)^\mu - 1}{-m \Delta v},$$

ce qui donne

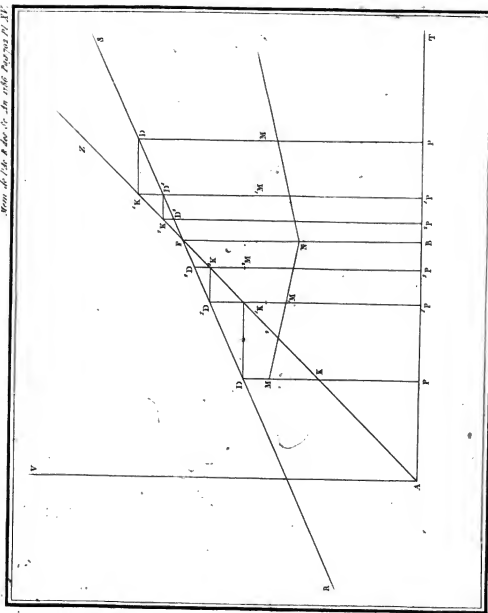
$$\mu = \frac{\log. \frac{k - m x}{k - m X}}{\log. (1 - m \Delta v)};$$

or en supposant $m \Delta v < 1$, si on fait $m x > \frac{k}{m}$, on aura

$$\mu = \frac{\log. \frac{-(m x - k)}{k - m X}}{\log. (1 - m \Delta v)} =$$

au logarithme d'un nombre négatif divisé par le logarithme d'un nombre positif. Mais j'ai démontré que le nombre μ n'existoit pas pour une valeur de x plus grande que $\frac{k}{m}$, ou, ce qui revient au même, à la droite du point B , l'abscisse X étant terminée à la gauche. De-là, ne pourroit-on pas conclure que le logarithme d'un nombre négatif est impossible ou imaginaire?





SUITE DE L'ESSAI

Pour connoître la Population du Royaume, & le nombre de ses habitans, en adaptant aux Villes, Bourgs & Villages, portés sur chacune des Cartes de M. de Cassini, l'année commune des Naissances, prise sur les années 1781, 1782 & 1783, & en la multipliant par 26.

Par M.^{re} DU SÉJOUR, le Marquis DE CONDORCET
& DE LA PLACE.

Population de la Carte de la France, n.^o 42.

» CETTE Carte contient les villes d'Avesnes, de Cambray, de Landrecies, du Quesnoy, de Maubeuge & de Valenciennes, & 451 bourgs ou villages. »

L'année commune des naissances dans la ville d'Avesnes, est de.....	121.
Dans celle de Cambray, de.....	526.
Dans celle de Landrecies, de.....	104.
Dans celle du Quesnoy, de.....	110.
Dans celle de Maubeuge, de.....	174.
Dans celle de Valenciennes, de.....	701.

	1736.
Et dans les 451 bourgs ou villages, de.....	10360.

TOTAL.....	12096.
------------	--------

NOMBRE des LIEUX de superficie.	NOMBRE des VILLES.	NOMBRE des BOURGS ou VILLAGES.	NOMBRE des HABITANS des Villes.	NOMBRE des HABITANS des campagnes.	TOTAL des HABITANS.	NOMBRE des HABITANS de la campagne par lieue.
246.	6.	451.	45136.	269330.	314496.	1095.

NOYON.

Population de la Carte de la France, n.° 43.

« CETTE Carte contient les villes de Chauny, de
 » Guise, de la Fère, de Laon, de Noyon, de Péronne,
 » de Ribemont, de Saint-Quentin & de Vervins, & 473
 bourgs ou villages. »

L'année commune des naissances dans la ville de Chauny, est de.....	127.
Dans celle de Guise, de.....	95.
Dans celle de la Fère, de.....	88.
Dans celle de Laon, de.....	229.
Dans celle de Noyon, de.....	187.
Dans celle de Péronne, de.....	108.
Dans celle de Ribemont, de.....	87.
Dans celle de Saint-Quentin, de.....	323.
Dans celle de Vervins, de.....	93.

1337.

Et dans les 473 bourgs ou villages, de..... 7407.

TOTAL..... 8744.

NOMBRE des LIEUX de superficie.	NOMBRE des VILLES.	NOMBRE des BOURGS ou VILLAGES.	NOMBRE des HABITANS des Villes.	NOMBRE des HABITANS des campagnes	TOTAL des HABITANS.	NOMBRE des HABITANS de la campagne par lieu.
250.	9.	473.	34762.	192582.	227344.	770.

ARRAS.

Population de la Carte de la France, n.° 4.

« CETTE Carte contient les villes d'Abbeville,
 » d'Arras, de Bapaume & de Doullens, & 497 bourgs
 ou villages. »

DES SCIENCES. 705

L'année commune des naissances dans la ville d'Abbeville,	
est de.....	674.
Dans celle d'Arras, de.....	766.
Dans celle de Bapaume, de.....	129.
Dans celle de Doulens, de.....	87.
	<hr/>
	1656.
Et dans les 497 bourgs ou villages, de.....	7209.
	<hr/>
TOTAL.....	8865.

NOMBRE des LIEUX de superficie.	NOMBRE des VILLES.	NOMBRE des BOURGS ou VILLAGES.	NOMBRE des HABITANS des Villes.	NOMBRE des HABITANS des campagnes	TOTAL des HABITANS.	NOMBRE des HABITANS de la campagne par lieue.
250.	4.	497.	43056.	187434.	230490.	750.

Population de la Carte de la France, n.° 44

SOISSONS.

« CETTE Carte contient les villes de Crespy, de la Ferté-Milon, de Soissons & de Villers-cotterets, & 486 bourgs ou villages. »

L'année commune des naissances dans la ville de Crespy,	
est de.....	71.
Dans celle de la Ferté-Milon, de.....	84.
Dans celle de Soissons, de.....	261.
Dans celle de Villers-cotterets, de.....	90.
	<hr/>
	506.
Et dans les 486 bourgs ou villages, de.....	5962.
	<hr/>
TOTAL.....	6468.

Mém. 1786.

U u u u

706 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE

NOMBRE des LIEUES de superficie.	NOMBRE des VILLES.	NOMBRE des BOURGS ou VILLAGES.	NOMBRE des HABITANS des Villes.	NOMBRE des HABITANS des campagnes	TOTAL des HABITANS.	NOMBRE des HABITANS de la campagne par lieue.
250.	4.	486.	13156.	155012.	168168.	620.

ROCROY. *Population de la Carte de la France, n.° 77.*

« CETTE Carte contient les villes de Givet & de Rocroy, & 92 bourgs ou villages. »

L'année commune des naissances dans la ville de Givet,
est de..... 111.

Dans celle de Rocroy, de..... 104.

215.

Et dans les 92 bourgs ou villages, de..... 1629.

TOTAL..... 1844.

NOMBRE des LIEUES de superficie.	NOMBRE des VILLES.	NOMBRE des BOURGS ou VILLAGES.	NOMBRE des HABITANS des Villes.	NOMBRE des HABITANS des campagnes	TOTAL des HABITANS.	NOMBRE des HABITANS de la campagne par lieue.
72.	2.	92.	5590.	42354.	47944.	583.

CASTRES. *Population de la Carte de la France, n.° 18.*

« CETTE Carte contient la ville de Castres, & 255 bourgs ou villages. »

DES SCIENCES.

707

L'année commune des naissances dans la ville de Castrès,
est de.....

356.

Et dans les 255 bourgs ou villages, de.....

5603.

TOTAL.....

5959.

NOMBRE des LIEUES de superficie.	NOMBRE des VILLES.	NOMBRE des BOURGS ou VILLAGES.	NOMBRE des HABITANS des Villes.	NOMBRE des HABITANS des campagnes	TOTAL des HABITANS.	NOMBRE des HABITANS de la campagne par lieue.
250.	1.	255.	9256.	145678.	154934.	583.

Population de la Carte de la France, n.º 113.

LANGRES.

« CETTE Carte contient les villes de Chaumont,
Langres, la Marche, & 313 bourgs ou villages. »

L'année commune des naissances dans la ville de Chaumont,
est de.....

228.

Dans celle de Langres, de.....

283.

Dans celle de la Marche, de.....

50.

561.

Et dans les 313 bourgs ou villages, de.....

5200.

TOTAL.....

5761.

NOMBRE des LIEUES de superficie.	NOMBRE des VILLES.	NOMBRE des BOURGS ou VILLAGES.	NOMBRE des HABITANS des Villes.	NOMBRE des HABITANS des campagnes	TOTAL des HABITANS.	NOMBRE des HABITANS de la campagne par lieue.
250.	3.	313.	14586.	135200.	149786.	541.

Uuuu ij

708 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE

MEAUX.

Population de la Carte de la France, n.° 45.

« CETTE Carte contient les villes de Château-Thierry ;
 » de Coulommiers, de la Ferté-sous-Jouarre, de Meaux,
 de Rosoy & de Sézanne, & 193 bourgs ou villages. »

L'année commune des naissances dans la ville de Château-Thierry, est de.....	132.
Dans celle de la Ferté-sous-Jouarre, de.....	130.
Dans celle de Meaux, de.....	255.
Dans celle de Coulommiers, de.....	105.
Dans celle de Rosoy, de.....	57.
Dans celle de Sézanne, de.....	166.

Et dans les 193 bourgs ou villages, de..... 845.
 4957.

TOTAL..... 5802.

NOMBRE des LIEUX de superficie.	NOMBRE des VILLES.	NOMBRE des BOURGS ou VILLAGES.	NOMBRE des HABITANS des Villes.	NOMBRE des HABITANS des campagnes	TOTAL des HABITANS.	NOMBRE des HABITANS de la campagne par lieue.
250.	6.	343.	21970.	128882.	150852.	516.

Population de la Carte de la France, n.° 122. AVIGNON.

« CETTE Carte contient les villes d'Avignon, de Car-
 » pentras, de Cavaillon, d'Orange, de l'Isle & de Ville-
 neuve, & 155 bourgs ou villages. »

L'année commune des naissances dans la ville d'Avignon, est de.....	922.
Dans celle de Carpentras, de.....	257.
Dans celle de Cavaillon, de.....	241.
Dans celle d'Orange, de.....	276.
Dans celle de l'Isle, de.....	173.
Dans celle de Villeneuve, de.....	122.

Et dans les 155 bourgs ou villages, de..... 1991.
 4876.

TOTAL..... 6867.

NOMBRE des LIEUES de superficie.	NOMBRE des VILLES.	NOMBRE des BOURGS ou VILLAGES.	NOMBRE des HABITANS des Villes.	NOMBRE des HABITANS des campagnes	TOTAL des HABITANS.	NOMBRE des HABITANS de la campagne par lieue.
250.	6.	155.	51766.	126776.	178542.	507.

Population de la Carte de la France, n.° 15.

AURILLAC.

« CETTE Carte contient la ville d'Aurillac, & 208
bourgs ou villages. »

L'année commune des naissances dans la ville d'Aurillac,
est de..... 266.
Et dans les 208 bourgs ou villages, de..... 4695.
TOTAL..... 4961.

NOMBRE des LIEUES de superficie.	NOMBRE des VILLES.	NOMBRE des BOURGS ou VILLAGES.	NOMBRE des HABITANS des Villes.	NOMBRE des HABITANS des campagnes	TOTAL des HABITANS.	NOMBRE des HABITANS de la campagne par lieue.
250.	1.	208.	6916.	122070.	128986.	488.

Population de la Carte de la France, n.° 112.

JOINVILLE.

« CETTE Carte contient les villes de Joinville &
de Neufchâteau, & 344 bourgs ou villages. »

L'année commune des naissances dans la ville de Joinville,
est de..... 104.
Dans celle de Neufchâteau, de..... 119.
..... 223.
Et dans les 344 bourgs ou villages, de..... 4585.
TOTAL..... 4808.

NOMBRE des LIEUX de superficie.	NOMBRE des VILLES.	NOMBRE des BOURGS ou VILLAGES.	NOMBRE des HABITANS des Villes.	NOMBRE des HABITANS des campagnes	TOTAL des HABITANS.	NOMBRE des HABITANS de lacampagne par lieue.
250.	2.	344.	5798.	119210.	125008.	477.

RHODEZ. Population de la Carte de la France, n.° 16.

« CETTE Carte contient les villes de Rhodéz & Villefranche, & 305 bourgs ou villages. »

L'année commune des naissances dans la ville de Rhodéz,
est de..... 271.
Dans celle de Villefranche, de..... 223.

494.
Et dans les 305 bourgs ou villages, de..... 4557.

TOTAL..... 5051.

NOMBRE des LIEUX de superficie.	NOMBRE des VILLES.	NOMBRE des BOURGS ou VILLAGES.	NOMBRE des HABITANS des Villes.	NOMBRE des HABITANS des campagnes	TOTAL des HABITANS.	NOMBRE des HABITANS de lacampagne par lieue.
250.	2.	305.	12844.	118482.	131326.	474.

Population de la Carte de la France, n.° 17.

ALBY.

« CETTE Carte contient les villes d'Alby & de Gaillac, & 285 bourgs ou villages. »

DES SCIENCES.

711

L'année commune des naissances dans la ville d'Alby, est de.....	334.
Dans celle de Gaillac, de.....	239.
	573.
Et dans les 285 bourgs ou villages, de.....	4512.
TOTAL.....	5085.

NOMBRE des LIEUX de superficie.	NOMBRE des VILLES.	NOMBRE des BOURGS ou VILLAGES.	NOMBRE des HABITANS des Villes.	NOMBRE des HABITANS des campagnes	TOTAL des HABITANS.	NOMBRE des HABITANS de la campagne par lieu.
250.	2.	285.	14898.	117312.	132210.	469.

Population de la Carte de la France, n.º 81.

TROYES.

« CETTE Carte contient les villes d'Arcy, de Bar-sur-Aube & Troyes, & 306 bourgs ou villages. »

L'année commune des naissances dans la ville d'Arcy, est de.....	91.
Dans celle de Bar-sur-Aube, de.....	144.
Dans celle de Troyes, de.....	1277.

Et dans les 306 bourgs ou villages, de.....

TOTAL.....

NOMBRE des LIEUX de superficie.	NOMBRE des VILLES.	NOMBRE des BOURGS ou VILLAGES.	NOMBRE des HABITANS des Villes.	NOMBRE des HABITANS des campagnes	TOTAL des HABITANS.	NOMBRE des HABITANS de la campagne par lieu.
250.	3.	306.	39312.	115908.	155220.	464.

TONNERRE.

Population de la Carte de la France, n.° 82.

« CETTE Carte contient les villes de Bar, Châtillon-sur-Seine & Tonnerre, & 228 bourgs ou villages »

L'année commune des naissances dans la ville de Bar-sur-Seine, est de.....	90.
Dans celle de Châtillon sur-Seine, de.....	91.
Dans celle de Tonnerre, de.....	115.
	<hr/> 296.
Et dans les 228 bourgs ou villages, de.....	4378.
TOTAL.....	<hr/> 4674. <hr/>

NOMBRE des LIEUX de superficie	NOMBRE des VILLES.	NOMBRE des BOURGS ou VILLAGES.	NOMBRE des HABITANS des Villes.	NOMBRE des HABITANS des campagnes	TOTAL des HABITANS.	NOMBRE des HABITANS de la campagne par lieue.
250.	3.	228.	7696.	113828.	121524.	455.

LODÈVE.

Population de la Carte de la France, n.° 112.

« CETTE Carte contient les villes de Cette, de Clermont-de-Lodève, de Lodève de Marceillan, de Pézenas & de Saint-Chignan, & 288 bourgs ou villages. »

L'année commune des naissances dans la ville de Cette, est de.....	286.
Dans celle de Clermont-de-Lodève, de.....	178.
Dans celle de Lodève, de.....	247.
Dans celle de Marceillan, de.....	111.
Dans celle de Pézenas, de.....	231.
Dans celle de Saint-Chignan, de.....	113.
	<hr/> 1166.
Et dans les 288 bourgs ou villages, de.....	4057.
TOTAL.....	<hr/> 5223. <hr/>

NOMBRE des LIEUES de superficie.	NOMBRE des VILLES.	NOMBRE des BOURGS ou VILLAGES.	NOMBRE des HABITANS des Villes.	NOMBRE des HABITANS des campagnes	TOTAL des HABITANS.	NOMBRE des HABITANS de la campagne par lieue.
238.	5.	238.	30316.	105482.	135798.	443.

Population de la Carte de la France, n.° 79.

REIMS.

« CETTE Carte contient les villes de Reims & de
Sainte-Menehould, & 313 bourgs ou villages. »

L'année commune des naissances dans la ville de Reims,

est de..... 1206.

Dans celle de Sainte-Menehould, de..... 92.

1298.

Et dans les 313 bourgs ou villages, de..... 4081.

TOTAL..... 5379.

NOMBRE des LIEUES de superficie.	NOMBRE des VILLES.	NOMBRE des BOURGS ou VILLAGES.	NOMBRE des HABITANS des Villes.	NOMBRE des HABITANS des campagnes	TOTAL des HABITANS.	NOMBRE des HABITANS de la campagne par lieue.
250.	2.	313.	33748.	106106.	139854.	424.

Population de la Carte de la France, n.° 54.

St-Flour.

« CETTE Carte contient la ville de Saint-Flour, &
179 bourgs ou villages. »

Mém. 1786.

Xxxx

714 MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE

L'année commune des naissances dans la ville de Saint-Flour, est de..... 216.
Et dans les 179 bourgs ou villages, de..... 3778.

TOTAL..... 3994.

NOMBRE des LIEUX de superficie.	NOMBRE des VILLES.	NOMBRE des BOURGS ou VILLAGES.	NOMBRE des HABITANS des Villes.	NOMBRE des HABITANS des campagnes	TOTAL des HABITANS.	NOMBRE des HABITANS de la campagne par lieue.
250.	1.	179.	5616.	98228.	103844.	393.

PERPIGNAN & BELLEGARDE *Population de la Carte de la France, n.^{os} 59 & 176.*

« CETTE Carte contient les villes de Collioure, d'Elne & de Perpignan, & 64 bourgs ou villages. »

L'année commune des naissances dans la ville de Collioure, est de..... 86.
Dans celle d'Elne, de..... 81.
Dans celle de Perpignan, de..... 561.

Et dans les 64 bourgs ou villages, de..... 728.
986.

TOTAL..... 1714.

NOMBRE des LIEUX de superficie.	NOMBRE des VILLES.	NOMBRE des BOURGS ou VILLAGES.	NOMBRE des HABITANS des Villes.	NOMBRE des HABITANS des campagnes	TOTAL des HABITANS.	NOMBRE des HABITANS de la campagne par lieue.
66.	3.	64.	18928.	25636.	44564.	388.

Population de la Carte de la France, n.° 177. PUT CERDA.

« CETTE Carte ne contient aucune ville ; il y a 35 bourgs ou villages, dont »

L'année commune des naissances est de..... 655.

NOMBRE des LIEUX de superficie.	NOMBRE des VILLES.	NOMBRE des BOURGS ou VILLAGES.	NOMBRE des HABITANS des Villes.	NOMBRE des HABITANS des campagnes	TOTAL des HABITANS.	NOMBRE des HABITANS de la campagne par lieu.
52.	0.	35.	0.	17030.	17030.	327.

Population de la Carte de la France, n.° 80. CHÂLONS-SUR-MARNE.

« CETTE Carte contient les villes de Châlons, d'Épernay, de Vitry & Saint-Dizier, & 278 bourgs ou villages. »

L'année commune des naissances dans la ville de Châlons,
est de..... 457.
Dans celle d'Épernay, de..... 145.
Dans celle de Vitry, de..... 201.
Dans celle de Saint-Dizier, de..... 251.

Et dans les 278 bourgs ou villages, de..... 1054.
TOTAL..... 3134.
4188.

NOMBRE des LIEUX de superficie.	NOMBRE des VILLES.	NOMBRE des BOURGS ou VILLAGES.	NOMBRE des HABITANS des Villes.	NOMBRE des HABITANS des campagnes	TOTAL des HABITANS.	NOMBRE des HABITANS de la campagne par lieu.
250.	4.	278.	27404.	81484.	108888.	326.

X x x x ij

MILHAUD.

Population de la Carte de la France, n.º 56.

« CETTE Carte contient les villes de Ganges, de
» Milhaud, du Vigan & de Vabres, & 183 bourgs ou
villages. »

L'année commune des naissances dans la ville de Ganges,	
est de.....	161.
Dans celle de Milhaud, de.....	149.
Dans celle du Vigan, de.....	174.
Dans celle de Vabres, de.....	27.

	511.
Et dans les 183 bourgs ou villages, de.....	3053.

TOTAL..... 3564.

NOMBRE des LIEUES de superficie.	NOMBRE des VILLES.	NOMBRE des BOURGS ou VILLAGES.	NOMBRE des HABITANS des Villes.	NOMBRE des HABITANS des campagnes	TOTAL des HABITANS.	NOMBRE des HABITANS de lacampagne par lieue.
250.	4.	183.	13286.	79378.	92664.	318.

MENDE.

Population de la Carte de la France, n.º 55.

« CETTE Carte contient la ville de Mende, & 146
bourgs ou villages. »

L'année commune des naissances dans la ville de Mende,	
est de.....	157.

Et dans les 146 bourgs ou villages, de.....	2952.
---------------------------------------------	-------

TOTAL..... 3109.

NOMBRE des LIEUX de superficie.	NOMBRE des VILLES.	NOMBRE des BOURGS ou VILLAGES.	NOMBRE des HABITANS des Villes.	NOMBRE des HABITANS des campagnes	TOTAL des HABITANS.	NOMBRE des HABITANS de la campagne par lieu.
250.	1.	146.	4082.	76752.	80834.	307.





MESSIEURS DE LA SOCIÉTÉ

Royale des Sciences établie à Montpellier , ont envoyé à l'Académie le Mémoire suivant , pour entretenir l'union intime qui doit être entre elles , comme ne faisant qu'un seul Corps , aux termes des Statuts accordés par le Roi , au mois de Février 1706.

OBSERVATIONS

Sur l'Acide carbonique fourni par la fermentation des raisins , & sur l'Acide acéteux qui résulte de sa combinaison avec l'eau.

Par M. C H A P T A L.

J'AI imprimé en 1782 , que M. Madier , médecin de Bagnols avoit observé , que l'eau imprégnée d'acide carbonique , qui s'élève de la vendange en fermentation , pouvoit former du vinaigre ; j'ai répété & varié l'expérience , afin d'en observer tous les phénomènes , & c'est ce travail que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à la Société.

^{1.^{ère}}
Expérience. Si on place des capsules de verre , contenant de l'eau distillée , sur le chapeau de la vendange en fermentation , l'acide carbonique se mêle avec l'eau : si , lorsqu'elle en est fortement imprégnée & presque saturée , ce qui arrive après quarante ou quarante-huit heures de séjour dans cette atmosphère , on la verse dans des flacons ou des

Bouteilles, pour la conserver; enfin si on en couvre le goulot avec du papier ou un bouchon mal ajusté, & si l'on place les vases dans un endroit où l'on puisse les observer tous les jours; trois ou quatre mois après, on s'aperçoit que la saveur se modifie, & que l'odeur devient semblable à celle d'une eau-de-vie très-foible. Peu de temps après, l'odeur & la saveur disparaissent, la liqueur devient fade, elle se trouble, & laisse précipiter des flocons blancs, quelquefois filamenteux; d'autres fois elle forme une croûte ou couenne assez épaisse & tenace, qui gagne la surface de l'eau: en même-temps, on sent se développer une saveur acide, qui se fortifie de plus en plus, & la liqueur finit par former de très-bon vinaigre, comme l'on peut s'en convaincre par le résultat de mes expériences que je mets sous les yeux de la Société. Cette opération peut se terminer dans six à sept mois; je l'ai vue plusieurs fois n'avoir son effet que pendant les chaleurs de l'été, & ne donner du fort acide acéteux qu'au bout d'un an.

Des nombreuses expériences que j'ai faites sur cette matière, je puis tirer les conséquences suivantes.

1.^o L'eau imprégnée d'acide carbonique, n'éprouve pas de changement notable dans les vaisseaux clos.

2.^o Pour que l'expérience réussisse, il suffit de déboucher, de temps en temps, les vases, afin de faciliter l'accès de l'air atmosphérique.

3.^o L'air vital ou gaz oxygène, mis en contact avec le liquide, dans des vaisseaux à moitié pleins, est absorbé & hâte l'acétification.

4.^o L'addition d'une petite quantité de vinaigre fait par des procédés semblables, sert de levain & accélère la formation de l'acide acéteux.

5.^o Lorsque l'eau n'est pas suffisamment chargée d'acide carbonique, l'opération languit & n'a pas son effet.

6.^o Il faut une chaleur de 15 à 20 degrés pour opérer l'acétification.

7.^o Je n'ai obtenu aucun de ces résultats, en employant .

dè l'acide carbonique extrait de la craie ou des alkalis, ce qui prouve que l'acide carbonique qui se dégage de la fermentation, contient un principe spiritueux qui est nécessaire pour la formation de l'acide acéteux.

8.^o L'eau de pluie est plus propre à cette opération que l'eau distillée, du moins j'ai observé que l'acétification étoit plus prompte.

3.^o
Expérience.

L'eau de nos puits qui contient du sulfate de magnésie & du sulfate de chaux, & qui est fortement imprégnée d'acide carbonique, m'a présenté des phénomènes particuliers : l'acide acéteux s'y développe; mais en même-temps il se dégage une odeur très-caractérisée de sulfure, qui masque l'odeur du vinaigre; il se dépose même du soufre lorsque l'opération se fait en grand: M. Madier en a obtenu plusieurs fois; & la surface de l'eau se recouvre d'une pellicule qui est formée par du carbonate de magnésie & de chaux.

En variant cette expérience, j'ai reconnu,

1.^o Que si l'eau étoit faiblement imprégnée d'acide carbonique, elle produisoit toujours du gaz hépatique, du soufre & du carbonate de chaux ou de magnésie; mais que l'acide acéteux se développoit à peine.

2.^o Que dans ce cas, l'air atmosphérique étoit moins nécessaire au succès de l'opération, que lorsqu'on employoit de l'eau distillée, & qu'il suffisoit pour qu'elle réussit, qu'on laissât quelques pouces d'air dans les vases.

Tous les phénomènes de cette formation d'acide acéteux me paroissent intéressans, mais le précipité floconneux qui a lieu constamment, mérite une attention particulière.

Cette substance n'est point acide; elle n'est soluble sensiblement ni dans l'eau, ni dans l'esprit-de-vin, bouillans; elle se résout toute en charbon sans donner une flamme sensible; & ce charbon traité avec le nitre, se réduit en entier en acide carbonique. L'acide nitrique faible n'attaque le principe floconneux qu'à l'aide de la chaleur, & n'en dissout qu'une partie, qu'il laisse précipiter presque en totalité, par le refroidissement; les alkalis l'en dégagent également:

également : l'acide nitrique , plus fort , se décompose dessus , de même que l'acide sulfurique.

Cette substance est une matière charbonneuse ; mais d'où peut-elle provenir ? elle n'existe ni dans l'eau distillée , ni dans l'eau de pluie ; & elle a été évidemment entraînée par l'acide carbonique , conjointement avec un autre principe , qui devient base de l'acide acéteux , de sorte que ce principe se combine avec une portion de l'air vital , que l'expérience démontre être absorbé de l'atmosphère : quelquefois cet air vital est fourni par la décomposition de l'acide sulfurique , comme dans le cas où l'on emploie de l'eau de puits ; alors le contact de l'air atmosphérique devient presque inutile.

Cette conjecture paroît se fortifier par l'analyse que j'ai faite de ces bisfus ou espèces de champignons qui se forment dans les souterrains , sur-tout dans les mines de charbon.

Ces plantes se résolvent en un liquide fortement chargé d'acide carbonique , & le principe ligneux ne forme , lorsqu'il est dégagé de cette eau , que le $\frac{1}{89}$ de la totalité. En exposant graduellement & peu-à-peu de ces bisfus à la lumière , en les faisant passer en trente jours de l'obscurité complète à une lumière assez forte , j'ai observé que l'acide carbonique diminueoit , que la portion ligneuse augmentoit , & je l'ai porté par ce moyen à la vingt-quatrième partie de la totalité : ces bisfus très-blancs , dans les souterrains , jaunissent par l'exposition ou le passage insensible à la lumière.

On voit évidemment que les principes de ces bisfus se décomposent à la lumière , que le principe charbonneux augmente à mesure que l'acide carbonique diminue , de sorte que l'acide carbonique se décompose ; son oxygène se porte sur quelque principe huileux , & forme un peu de résine qui donne une couleur jaune à toute la masse , tandis que le principe charbonneux , encore uni à un peu d'air vital , augmente les proportions du principe ligneux. Je

Mém. 1786.

Y y y y

soumets toutes ces conjectures au jugement des chimistes qui sont accoutumés depuis long-temps à nous éclairer sur ces phénomènes. Ceux que nous présente l'expérience faite avec de l'eau de puits, sont plus compliqués ; la décomposition de l'acide sulfurique y est évidente : d'un côté, la formation du soufre & le dégagement du gaz hépatique annoncent la désunion des principes constituans de cet acide, tandis que la pellicule de carbonate de chaux ou de magnésie qui se forme à la surface du liquide, démontre la décomposition complète du sel sulfurique.

Je conserve, depuis les vendanges de 1783, des bouteilles remplies d'une eau qui tient du sulfate de chaux, & qui est faiblement imprégnée d'acide carbonique, où l'odeur hépatique a été développée au bout de quelques mois : la précaution que j'ai de tenir ces bouteilles bouchées, fait que cette odeur existe encore dans toute sa force, mais la formation de l'acide acéteux n'a pas eu lieu ; le précipité floconneux y existe en assez grande quantité, comme l'on peut s'en convaincre par l'examen des bouteilles que je mets sous les yeux de la Société royale. Je terminerai ce Mémoire par des expériences qui peuvent jeter quelque jour sur la formation de l'acide acéteux.

1.^o Le 6 Avril 1783, j'ai mis quatre livres de vin vieux de Saint-George*, dans un vase contenant 2500 pouces cubiques d'air vital ; j'ai bouché l'orifice & exposé l'appareil au soleil. Le vin s'est dépouillé de la partie colorante qui s'est précipitée en une large membrane ; l'air n'a pas été absorbé & n'a pas éprouvé d'autre changement après trente-sept jours, que de décrépiter légèrement par l'immersion d'une bougie allumée : cette décrépitation fait un bruit semblable à celui de l'huile mêlée avec de l'eau, lorsqu'on les fait brûler ; le vin n'a contracté aucune acidité, le goût en étoit devenu un peu fade.

* Le canton de Saint-George & celui de Saint-Desery, renommés pour leurs bons vins, sont dans le diocèse de Montpellier.

1.^o Cette expérience répétée plusieurs fois , m'a toujours donné les mêmes résultats.

2.^o Une égale quantité de vin mise dans des vases semblables remplis d'acide carbonique , ne m'a produit de différence que dans le goût prodigieusement acerbe qu'a pris le vin ; le gaz hydrogène s'est comporté de la même manière que l'acide carbonique.

3.^o Des vins vieux de différentes qualités exposés au soleil , dans des flacons dont les uns restoient fermés & les autres ouverts , ne se sont aigris ni dans les uns , ni dans les autres. J'ai observé que le vin contenu dans les vaisseaux ouverts se décoloroit en peu de temps , tandis que l'autre conservoit son principe colorant pendant six à sept mois.

Le vin exposé long-temps au soleil , dans des vaisseaux fermés , y acquiert de la force.

Ces expériences variées de bien des manières , m'ont convaincu que le vin bien fait , bien fermenté , n'est plus susceptible de passer par lui-même à l'état de vinaigre ; la seule addition d'un mucilage , d'un morceau de bois , vert ou sec , détermine la fermentation , l'absorption de l'air vital , & l'acétification. Ainsi , les vins vieux enfermés dans des tonneaux mal bouchés , dont la partie extractive n'aura pas été dissoute par les divers liquides qu'ils auront contenus précédemment , pourront passer à l'état de vinaigre , ce qui n'arriveroit pas s'ils étoient contenus dans des vases où ils n'eussent ni le contact de l'air , ni celui de cette matière extractive.

Ces observations sont d'ailleurs d'accord avec une ancienne pratique , d'après laquelle il a été reconnu que les vins se conservoient mieux dans les vieilles futailles que dans les nouvelles.

F I N.



